

Yrjö Myllylä, Jari Kaivo-oja ja Jouko Inkeröinen

YMPÄRISTÖALAN VERTAILU- LABORATORIOTOIMINNAN ENNAKOINTI

Tutkimusraportti

Marraskuu 2018

Valtioneuvoston selvitys-
ja tutkimustoiminnan
julkaisusarja 61/2018

KUVAILULEHTI

Julkaisija ja julkaisuaika	Valtioneuvoston kanslia, 19.11.2018		
Tekijät	Yrjö Myllylä, Jari Kaivo-oja & Jouko Inkeröinen		
Julkaisun nimi	Ympäristöalan vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi, Tutkimusraportti		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 61/2018		
Asiasanat	Vertailulaboratorio, ympäristömittaus, ennakointi, Delfoi-menetelmä, tulevaisuusverstaas		
Julkaisuaika	Marraskuu 2018	Sivuja 67	Kieli Suomi

Tiivistelmä

Ympäristöalan vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2018 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa. Hankkeen tavoitteena oli (1) tunnistaa vertailulaboratoriotoimintaan vaikuttavat keskeisimmät muutostekijät, (2) tunnistaa muutostekijöiden vaikutus vertailulaboratoriotoiminnan rooliin tulevaisuudessa, (3) eri toimijoiden yhteisen tahtotilan selvittäminen tulevasta rooleista, (4) tunnistaa tulevaisuuden keskeisiä arvoverkkoja vertailulaboratoriotoiminnan nykyisyydessä ja tulevaisuudessa, (5) tunnistaa esimerkkeinä erilaisia toimintamalleja, jolla muutostekijöiden paine toiminnan muutokseen voidaan ratkaista käytännössä sekä (6) tuoda esiin vertailulaboratorioiden vaikuttavuus nyt ja asetetun tulevaisuuden aikajänteen tilanteessa.

Keskeisiä käsitteitä tutkimuksessa ovat vertailulaboratorio, ennakointi ja ympäristömittaukset. Vertailulaboratoriotoiminta palvelee muita alan laboratorioita laadun ja pätevyysylläpidossa. Vertailulaboratorioiden tehtäviin kuuluvat muun muassa vertailumittauslaitteistojen ja osaamisen ylläpito. Ennakointi voidaan kiteyttää näkemykselliseksi tulevaisuuden hahmottamiseksi ja päätöksenteon tukemiseksi. Ympäristö ymmärretään tutkimuksessa laajasti luonnonympäristöstä rakennettuun ympäristöön. Tutkimuksen päämenetelmänä oli Delfoi-menetelmä. Keskeisimmiksi vertailulaboratoriotoimintaan vaikuttaviksi muutostekijöiksi voidaan paneelin tulosten perusteella nostaa mittaustoiminnan automatisointi, laboratoriotoimintojen yhtiöityminen, kansainvälistyminen ja keskittyminen, tilaaja-tuottaja-ajattelu, uudet mittauskohteet sekä resursseja säästävä kiertotalous.

Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2018 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa (tietokayttoon.fi).

Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare & utgivningsdatum	Statsrådets kansli, 19.11.2018		
Författare	Yrjö Myllylä, Jari Kaivo-oja & Jouko Inkeröinen		
Publikationens namn	Framsynen i referenslaboratorieverksamheten inom miljöbranschen, Undersökningsrapport		
Publikationsseriens namn och nummer	Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 61/2018		
Nyckelord	Nyckelord: Referenslaboratorium, Miljömätning, Framsyn, Delfi-metoden, Framtidsverkstad		
Utgivningsdatum	November, 2018	Sidantal 67	Språk Finska

Sammandrag

Framsynen i referenslaboratorieverksamheten inom miljöbranschen har verkställts som en del av Statsrådets utrednings- och forskningsplan för år 2018. Projektets mål var att: (1) Identifiera de centralaste ändringsfaktorer som inverkar på referenslaboratorieverksamheten (2) Identifiera de centralaste ändringsfaktorerna som inverkar på referenslaboratorieverksamhetens roll i framtiden (3) Klargöra de olika aktörernas gemensamma avsikt i sina framtida roller (4) Identifiera de centrala framtida värdenäten i referenslaboratorieverksamheten nu och i framtiden (5) Identifiera som exempel olika funktionsmodeller, med vilka ändringsfaktorernas tryck på funktionsändringen kan lösas i praktiken (6) Föra fram referenslaboratoriernas inverkan nu och i en framtiden planerad tidsperiod

Nyckelbegreppen i studien är: referenslaboratorium, framsyn och miljömätningar. Referenslaboratoriet kommer att tjäna andra laboratorier inom området för att upprätthålla kvalitet och kompetens. Referenslaboratoriernas uppgifter omfattar bland annat underhåll av referensmätningssutrustning och know-how. Framsynen kan sammanfattas som ett synsätt att gestalta framtiden och stödja beslutsfattandet. Miljön är allmänt att förstå som allt från naturlig miljö till byggd miljö. Den huvudsakliga metoden för studien var Delfi-metoden.

Som de centralaste ändringsfaktorerna som påverkar referenslaboratorieverksamheten kan, baserade på panelens resultat, lyftas fram automatiseringen av mätningssverksamheten, bolagiseringen av laboratorieverksamheterna, internationaliseringen och centraliseringen, tänkesättet beställare-producent, de uppmätta objekten samt den resurssparande cirkulära ekonomin.

Den här publikationen är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan för 2018 (tietokayttoon.fi/sv).

De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt



DESCRIPTION

Publisher and release date	Prime Minister’s Office, 19.11.2018		
Authors	Yrjö Myllylä, Jari Kaivo-oja & Jouko Inkeröinen		
Title of publication	Foresight of reference laboratory operations in the environmental field, Research report		
Name of series and number of publication	Publications of the Government’s analysis, assessment and research activities 61/2018		
Keywords	Reference laboratory, Environmental monitoring, Foresight, Delphi method, Future workshop		
Release date	November, 2018	Pages 67	Language Finnish

Abstract

Foresight of reference laboratory operations in the environmental field has been implemented as part of the Government's study and research plan for 2018. The objectives of the project were : (1) Identifying the key change factors affecting the reference laboratory activities (2) Identifying the impact of the key factors on the role of reference laboratory operations in the future (3) Clarifying the common intention of the different actors in their future roles (4) Identifying the central future value sites in reference laboratory operations now and in the future (5) Identifying, for example, different operation models, with which the pressure of the change factors on the change of operation can be solved in practice, (6) Presenting the impact of reference laboratories now and in a planned time set in future

Key concepts in the study are: reference laboratory, foresight and environmental monitoring. The reference laboratory will serve other laboratories in the field to maintain quality and competence. The task of the reference laboratories includes, inter alia, maintenance of reference measurement equipment and know-how. Foresight can be summarized as an approach to shape the future and support decision making. The environment is widely understood as everything from natural environment to built-up areas. The main method of the study was the Delphi method. Based on the results of the panel, among the most important change factors affecting the reference laboratory operations, automation of measurement operations, corporations of laboratory operations, internationalization and centralization, customer-manufacturer thinking, measured objects and the resource-saving circular economy can be highlighted.

This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research for 2018 (tietokayttoon.fi/en).

The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.



SISÄLLYS

1. TAUSTA JA TAVOITTEET	1
2. AVAINKÄSITTEET JA TUTKIMUSASETELMA	3
3. TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKIMUSPROSESSIN KUVAUS	6
4. AINEISTON RAKENNE	8
5. TULOKSET	9
5.1 Aiemmat selvitykset ja kansainvälinen toiminta	9
5.2 SWOT-analyysi	14
5.3 Vahvat ennakoivat trendit	16
5.4 Heikkoja signaaleja ja villejä kortteja	18
5.5 Radikaalien teknologioiden vaikutus	20
5.6 Disruptio- ja liiketoimintojen häirintäpotentiaali	24
5.7 Vertailulaboratorioiden tehtävien kehitys	26
5.8 Arvoverkot ja toimijoiden roolit	29
5.9 Organisointi ja rahoitus	35
5.10 Huoltovarmuuskysymys	38
5.11 Toiminnan koordinointi	41
5.12 Tulevaisuuskuvia	42
6. VASTAUKSET TUTKIMUSKYSYMYKSIIN	45
7. KESKUSTELUTEEMOJA	52
LÄHTEET	54
Liite 1. Delfoi-panelistit ja tulevaisuusverstaaseen osallistuneet	57
Liite 2. Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksen teemat	60
Liite 3. Tulevaisuusverstaan keskeisiä tuloksia	61

1. TAUSTA JA TAVOITTEET

Ympäristöalan vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2018 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa (VN TEAS hanke, Dnro VNK/1804/48/2017). Hakukuulutuksessa haettiin ehdotuksia otsakkeella Vertailulaboratoriotoiminnan yhteiskunnallisen roolin muutos ympäristömittauksissa.

Vertailulaboratorioilla on palvelutehtävä, johon kuuluvat laadun ja pätevyyden todentamis- ja ylläpitopalvelut, kuten koulutus, neuvonta, laadunarviointi, menetelmäkehitys, infran ylläpito ja standardointi. Kansalliset vertailulaboratoriotoimijat asetetaan ministeriöiden toimesta hallinnonalakohtaisiin tarpeisiin. Kansallisia vertailulaboratorioita on useissa tutkimuslaitoksissa ja viranomaisorganisaatioissa. Vertailulaboratoriotoimintaan vaikuttavina muutostekijöinä, jotka osaltaan vaikuttivat hankkeen käynnistämiseen, nähtiin muun muassa teknologioiden ja laatujohtamisen menetelmien kehittyminen ja eri tason hallintouudistukset. Maakuntauudistus tuo uusia toimijoita, vastuita ja rooleja. Keskushallintouudistus ja digitalisaatio tuovat toimintatapa-muutoksia.

Tekijäksi valittiin Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskus vastuullisena tutkijana erikoistutkija, YTT Yrjö Myllylä. Lisäksi työhön osallistui tieteellisenä neuvonantajana tutkimusjohtaja, dosentti, HTT Jari Kaivo-oja. Tutkimuslaitosyhteistyössä ja viestinnässä yhteistyökumppanina toimi Jouko Inkeröinen Oulun yliopiston Kvantum-instituutista. Tulevaisuuden tutkimuskeskus rakensi hanke-esityksen vahvasti ennakointinäkökulman ympärille. Tutkimuslaitosten yhteenliittymän Tulanet-verkoston tutkimuslaitokset osallistuivat Delfoi-asiantuntijapaneeliin ja Tulevaisuusverstaaseen sekä osoittivat taustamateriaalikirjallisuutta hankkeen käyttöön. Tulanet-verkostoon kuuluvat Ilmatieteen laitos (IL), Suomen ympäristökeskus (SYKE), Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL), Säteilyturvakeskus (STUK), Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Luonnonvarakeskus (LUKE), Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira), Geologian tutkimuskeskus (GTK) sekä Työterveyslaitos (TTL).

Hanke on ennakointitutkimus, jossa keskeistä on tulevaisuustiedon tuottaminen, sen tulkinta ja päätöksenteon tukeminen (mm. ranskalaista ennakointitutkija Michael Godetia, 2012 tulkiten). Tämä edellyttää osallistumismahdollisuuksien luomista aiheeseen vaikuttaville osapuolille, heidän näkemystensä kokoamista, yhteisen vision hakemista sekä verkottumisen edistämistä (ks. esim. Myllylä ym. 2012). Tämän vuoksi on perusteltua, että myös tutkimuksen kohteena olevat ympäristömittausalalla toimivat vertailulaboratoriot voivat osallistua niiden tulevaisuudesta käytävään keskusteluun.

Valtioneuvoston kanslia asetti hankkeelle ohjausryhmän. Ohjausryhmään kuuluivat Heidi Holkeri (kehittämispäällikkö ympäristöministeriö, puheenjohtaja), Laura Höijer (tutkimusjohtaja, ympäristöministeriö), Tarja Lahtinen (neuvotteleva virkamies, ympäristöministeriö), Petri Liljaniemi (neuvotteleva virkamies, ympäristöministeriö) ja Aino Sipari (erityisasiantuntija, liikenne- ja viestintäministeriö). VN TEAS hankkeiden ohjeistuksen mukaan ohjausryhmä avustaa tutkimusta toteuttavaa työryhmää hankkeen seurannassa ja ohjauksessa, seuraa hankkeen edistymistä ja tuo hankkeen toteuttajien tietoon hankkeen onnistumisen kannalta tärkeitä näkökulmia sekä varmistaa tulosten sovellettavuutta ja edesauttaa hankkeen tulosten hyödyntämistä.

Raportissa esitetyt tulokset (osiossa 5., lukuun ottamatta osiota 5.1) edustavat ensisijaisesti Delfoi-panelistien ja Tulevaisuusverstaan osallistujien näkemyksiä. Osioissa ”6. Vastaukset tutkimuskysymyksiin” ja ”7. Keskusteluteemoja” on enemmän ennakointitutkimuksen tekijöiden tulkintaa tuloksista.

Hankkeen ensimmäisessä ohjausryhmän kokouksessa tarkastelun aikajänne määriteltiin 10–15 vuoden päähän, käytännössä vuoteen 2030. Vuosiluku otettiin myös hankkeen viestintäalustan tunnukseen (www.labrat2030.fi). Hankkeen tavoitteita tuettiin hankkeen aikaisella viestintäsuunnitelmalla ja sen toteutuksella.

Tutkimuksessa haettiin vastauksia erityisesti seuraaviin tutkimuskysymyksiin (tutkijoiden omat lisäykset ovat kursivilla):

1. Saadaanko kansallisella vertailulaboratoriotoiminnalla aikaan tuloksia ja vaikuttavuutta, johon toiminnalla pyritään eri asiakasryhmien (esim. kansalaiset, yritystoiminta, hallinto) näkökulmasta?
2. Onko jokin potentiaalinen vaikuttavuushyöty jäänyt huomiotta tai toteutumatta?
Miksi näin on mahdollisesti tapahtunut?
3. Onko toiminnalla ristiriitaisia ja myönteiset vaikutukset eliminoivia vaikutuksia?
4. Millä aikajänteellä ja tavoilla uusien teknologioiden ja yhteiskunnallisten muutosten odotetaan muuttavan toimialaa ja sitä kautta vertailulaboratoriotoiminnan roolia?
5. Mitkä tekijät tukevat kehitystä, entä mitä voidaan nähdä alan tulevaisuuden haasteina?
Mitkä ovat toimialan nousevat teemat, joihin olisi syytä kiinnittää huomiota?
6. Mitkä ovat toimintaympäristön muutoksiin vastaamisen tärkeimmät edellytykset (organisointuminen, toimintatavat, yhteistyömuodot, sopeutuminen mittaus-toiminnan paradigman muutoksiin)? *Onko toimialalle tarvetta luoda omia alustatalouden toimintamalleja?*
7. Miten kansallinen vertailulaboratoriotoiminta ja sen kehittäminen suhteutuvat muiden EU-maiden pyrkimyksiin ja organisoitumiseen? *Onko Suomen vertailulaboratorioklusterilla mahdollisuus profiloitua eräänä EU:n keskeisenä tutkimusinfrastruktuurina? Täyttääkö Suomen vertailulaboratorioklusteri EU:n uudet GSO -kriteerit¹?*
8. Miten muualla on varauduttu uusien teknologioiden ja uusien globaalien arvoverkkojen ja alustojen edellyttämiin toimintamuutoksiin?
9. Onko nähtävissä, että alalle olisi syntymässä uusia, disruptiivisia toimintamalleja, esimerkiksi alustatalouden, globalisaation ja digitalisaatiokehityksen myötä?
10. Olisiko nykyisille juridisille organisoitumismuodoille uusia vaihtoehtoja? *Löytyykö tältä alueelta uusia liiketoiminta- ja johtamisinnovaatioita?*

Tutkimusraportin tuottamisessa ovat mukana olleet kuvituksesta pääosin vastannut Ossi Luoma (M&MC), kielentarkastuksen tehnyt Pasi Lankinen (Alternative Futures) sekä raportin taittanut Anne Arvonen (Tulevaisuuden tutkimuskeskus).

¹ Tältä osin on strategisesti erittäin tärkeää täyttää GSO-listan 14 reunaehtokriteeriä. Group of Senior Officials on Global Research Infrastructure. GSO Framework. Presented to the G7 Science Minister's Meeting. Turin, 27-28 September 2017. G7, Italia. Sisältö: 1) Ydintarkoitus verkostoille, 2) Partnerisopimus verkostoille, 3) Kehittämisa-alue, aikataulusuunnitelma ja kustannusmalli, 4) Projektinjohtamismalli, 5) Rahoitus-suunnittelu (integroitu), 6) Arviomenet- tely säännöllisin väliajoin, 7) Esisopimus mahdollisesta hajottamismenettelystä, 8) GEA-kriteerit täyttävä pääsy- menettely mahdollisille uusille jäsenille, 9) E-infrastruktuurin olemassaolo, 10) Datat vaihtomenettely, 11) Tutki- musinfrastruktuurin klusterointi, 12) Kansainvälinen mobiilitietä, 13) Teknologian siirto ja IPR-hallintamenettely, ja 14) Sosio-taloudellisen vaikuttavuuden systemaattinen arviointikehikko.

2. AVAINKÄSITTEET JA TUTKIMUSASETELMA

Keskeisiä avainkäsitteitä tutkimuksessa ovat *vertailulaboratoriotointi*, *ennakointi* ja *ympäristömittaukset*. Lisäksi tärkeitä apukäsitteitä, joita muun muassa tulevaisuusverstaassa hyödynnettiin, olivat *toimintaympäristön muutostrendit* (voidaan puhua myös megatrendeistä tai vahvoista ennakoivista trendeistä), *heikot signaalit* sekä *villit kortit ja radikaalit teknologiat*. Viimeksi mainitun voidaan katsoa kuuluvan trendien luokituksessa teknologian kehityksen trendeihin (ks. tarkemmin radikaalien teknologioiden sisältö Linturi & Kuusi 2018). Lisäksi hyödynnettiin analyysivälineiden *tulevaisuuspyörän*, *tulevaisuustaulukon* sekä *Boston Consulting Groupin tuoteportfolioanalyysin* ja *SWOT-analyysin* tuottamaa tietoa. Itse *tulevaisuusverstaalla* edesautetaan asiaan liittyvien toimijoiden näkemysten kartoitusta ja kehittelyä. Seuraavassa avataan lyhyesti edellä mainitut avainsanat.

Vertailulaboratoriotointi. Kansallinen vertailulaboratoriotointi palvelee muita alan laboratorioita laadun ja pätevyyden ylläpidossa. Vertailulaboratorioiden tehtäviin kuuluvat muun muassa vertailumittauslaitteistojen ja osaamisen ylläpito, muiden laboratorioiden henkilöstön koulutus, neuvonta, kansallisten vertailumittausten järjestäminen, kansainvälisiin vertailumittauksiin osallistuminen, menetelmäkehitys ja menetelmästandardisointi. Toiminta käsittää koko mittauksetapahtuman laadunvarmistuksen sisältäen näytteenoton, näytteenkäsittelyn, analyysin ja analyysitulosten käsittelyn. (Euroopan yhteisön yleisen valvonta-asetuksen 882/2004 määritelmään pohjautuen, Oikari 2009.)

Metrologia–Vertailulaboratorio–Akkreditointi -käsitekaavio (ks. Kuva 3., sivu 13).

Ennakointi. Lähtökohtana tässä hankkeessa ennakkoinnin määritelmälle on, että toiminnassa on oltava samanaikaisesti kyse (1) uuden tiedon tuottamisesta, (2) osallistumismahdollisuuksien luomisesta, (3) verkostoitumisen edistämisestä, (4) vision luonnista ja (5) ajankohtaisen päätöksenteon tukemisesta. (Tulkinta mm. EU:n Alueellisen ennakkoinnin käytännön opas – Suomi, 2003, pohjalta). Myös ranskalaisen ennakointitutkija Michael Godetin ajatus sopii hankkeen ennakointitoiminnan tulkintaan: keskeistä on tulevaisuustiedon tuottaminen, sen tulkinta ja päätöksenteko organisaatioissa (ks. lisää Godet 2012, Myllylä ym. 2012).

Ympäristö. Hankkeessa ympäristöstä on laaja tulkinta – ja se sisältää elävän ja elottoman luonnonympäristön, ilman, veden, maaperän, kasvillisuuden, eläimistön ja ympäristöterveyden, esimerkiksi rakennetun ympäristön vaikutuksen ihmiseen.

Toimintaympäristön muutostrendi. Keskeinen tutkimuksen käytännön toteutuksessa käytetty avainkäsite on toimintaympäristön muutostrendi. Tällaiset muutostrendit on usein otettava annettuna, joskus niihin voidaan pyrkiä myös vaikuttamaan. Toimintaympäristön muutostrendi on kuitenkin enemmän puhekielen kuin tieteellisen ennakointitutkimuksen käsite. Tässä tutkimuksessa muutostrendillä tarkoitetaan ennen muuta vahvaa ennakoivaa trendiä (ks. määritelmä jäljempänä). Trendit on luokiteltu Delfoi-paneelin arviointivaiheessa PESTEV-analyysikehikon mukaisesti. PESTE(V)-analyysi on yritysfutureologiaan kuuluva menetelmä, jolla selvitetään ilmiön tai organisaation poliittista, ekonomista, sosiaalista, teknistä ja ekologista tilaa ja tulevaisuutta (sekä arvoja) (Kamppinen ym. 899).

Vahva ennakoiva trendi (Strong Prospective Trend) ”koostuu historiaosasta ja tulevaisuusosasta. Määrittelyssä on keskeistä, että on havaittavissa aikasarja tai muulla tavoin havaittu ilmiö, jonka jatkumisesta asiantuntijat ovat yhtä mieltä. Käytännössä trendin tulee myös

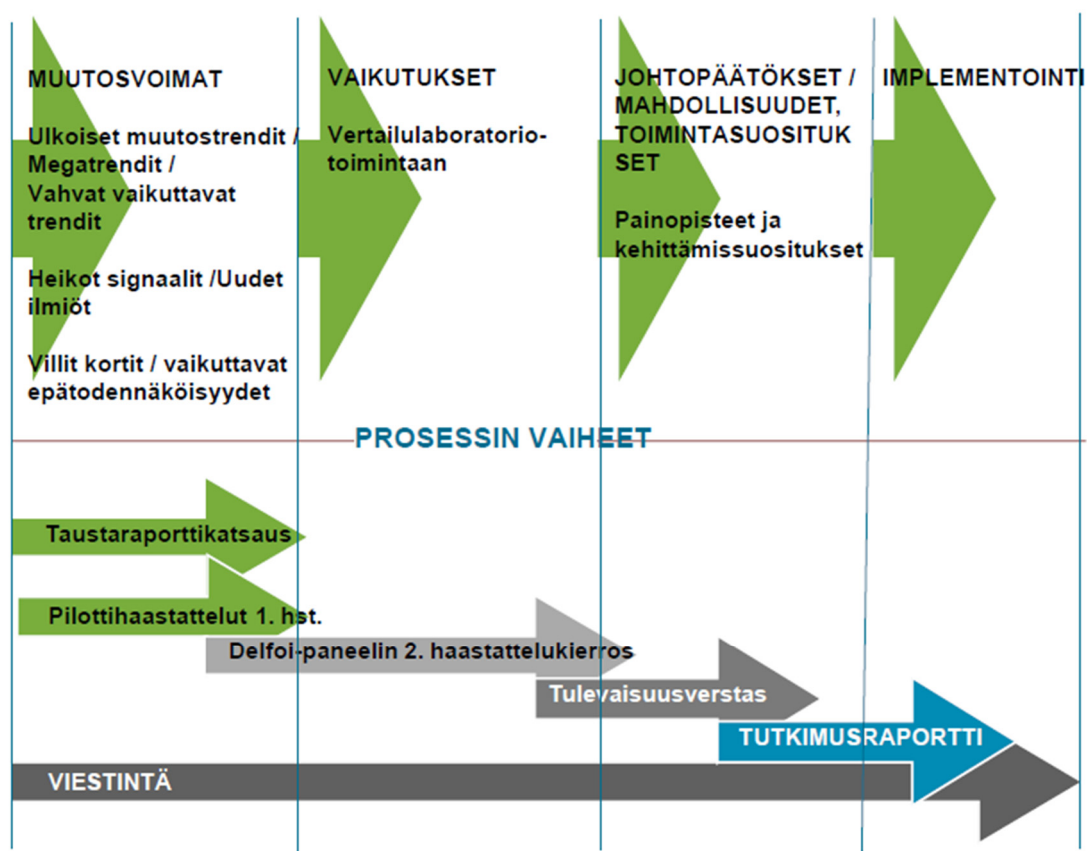
olla oleellinen ja vaikuttava tutkittavan ilmiön kannalta, jotta sitä voidaan kutsua vahvaksi ennakoivaksi trendiksi. Trendit voivat olla sekä toivottavia ja positiivisia vaikutuksiltaan että negatiivisia ja ei-toivottuja vaikutuksiltaan. Vahvan ennakoivan trendin voi taittaa heikko signaali tai yllättäen ilmaantuva villi kortti. Trendin tulee olla historiasta tulevaisuuteen jatkuva, mutta sen ei tarvitse olla lineaarinen, jotta sitä voitaisiin kutsua SPT-trendiksi. SPT-trendi voi olla esimerkiksi käyrä, mutta sen on oltava säännönmukainen. Mikäli asiantuntijat arvioivat trendin jatkuvan määrättyyn hetkeen asti, sitä voidaan kutsua SPT-trendiksi.” (Myllylä & Kaivo-oja 2016; Myllylä 2008: 21–22)

Heikko signaali. Heikko signaali on jonkinlainen merkki nousevasta asiasta tai ilmiöstä tai ensioire muutoksesta, joka saattaa olla tulevaisuudessa merkittävä (ks. esim. Hiltunen 2010, 49–61). Yleensä heikko signaali on tulkitsijalleen yllättävä ja haastava eli se pakottaa haastamaan oletuksia nykyisestä ja siksi se on usein vaikea huomata tai helppo jättää huomiotta. Heikko signaali kertoo asiasta, joka ei vielä ole merkittävä, vaan vaatii vielä aikaa kypsyäkseen. Viiveet ovat osa heikkoihin signaaleihin liittyvää haastetta (Mendonca ym. 2004, Ilmoja & Kuusi 2006, Hiltunen 2010, Kaivo-oja 2012, Dufva 2018). Määritelmällisesti heikot signaalit ovat havaittavia signaaleja tulevaisuuden isommista muutoksista ja siten myös ”ensioireita” merkittävistä villeistä korteista.

Villi kortti. Villillä kortilla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa yllättävää uhkakuvaa, tapahtumaa tai ilmiötä, joka ilmestyessään muuttaa kehityksen kulun epävarmaksi. Riskien hallinnan kannalta villit kortit ovat tapahtumia, joiden todennäköisyys on alhainen, mutta niiden realisoituessa vaikutukset ovat mittavia. Voimme tunnistaa kolmenlaisia villejä kortteja: (1) tietoisesti tuotetut villit kortit, (2) ei-tietoisesti aiheutetut villit kortit ja (3) luonnon aiheuttamat villit kortit (Kaivo-oja 2018). Voimme aika usein havaita näitä erityyppisiä villikorttitapahtumia eri medioissa. Esimerkiksi ympäristökatastrofi on usein mainittu villi kortti.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 1) esitetään tutkimusasetelma ja se, miten edellä mainitut teoreettiset käsitteet siihen liittyvät.

Kuva 1. Tutkimusasetelma.



Mallinnos, M&MC / Ossi Luoma
Copyright 2018

3. TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKIMUS- PROSESSIN KUVAUS

Tässä ennakkointitutkimuksessa ennakkoinnin soveltamisen ytimen muodosti Delfoi-menetelmä, joka on ennakkoinnin ja tulevaisuuden tutkimuksen tunnetuin menetelmä. Delfoi-menetelmässä on ryhmän yksimielisyyttä tavoitteleva konventionaalisen Delfoin suuntaus sekä intressiryhmien tunnistamista korostava politiikka-Delfoin suuntaus. (Kuusi 2013, Myllylä 2008, Myllylä & Kaivo-oja 2015, Turoff 2012, 1975, Tapio 2002, Sackman 1975.) Tässä tutkimuksessa Delfoi-menetelmää on käytetty molemmilla tavoilla. Muun muassa Kuusen ja Myllylän mukaan Delfoi-menetelmä tulisi tulkita mielipidetutkimuksen sijaan strukturoiduksi teemahaastatteluksi, jossa haastatellaan tyypillisesti muutamia kymmeniä asiantuntijoita. Mikäli vastaukset ovat normaalijakaantuneita, vastausten keskiarvo kuvaa Delfoi-paneelin tai sen osaryhmän näkemyksiä. Vastausten hajonnat on esitetty etenkin Delfoi-paneelin haastattelukierroksen väliraportissa. Vastaukset ovat tyypillisesti normaalijakaantuneita. Hajontaa on useimmiten alhaisen keskiarvon vastauksissa. Analyysissa voidaan nostaa yksittäisten panelistien sanallisia kommentteja kuvaamaan argumentaatiota keskiarvolla kuvatun ryhmän mielipiteen taustalla.

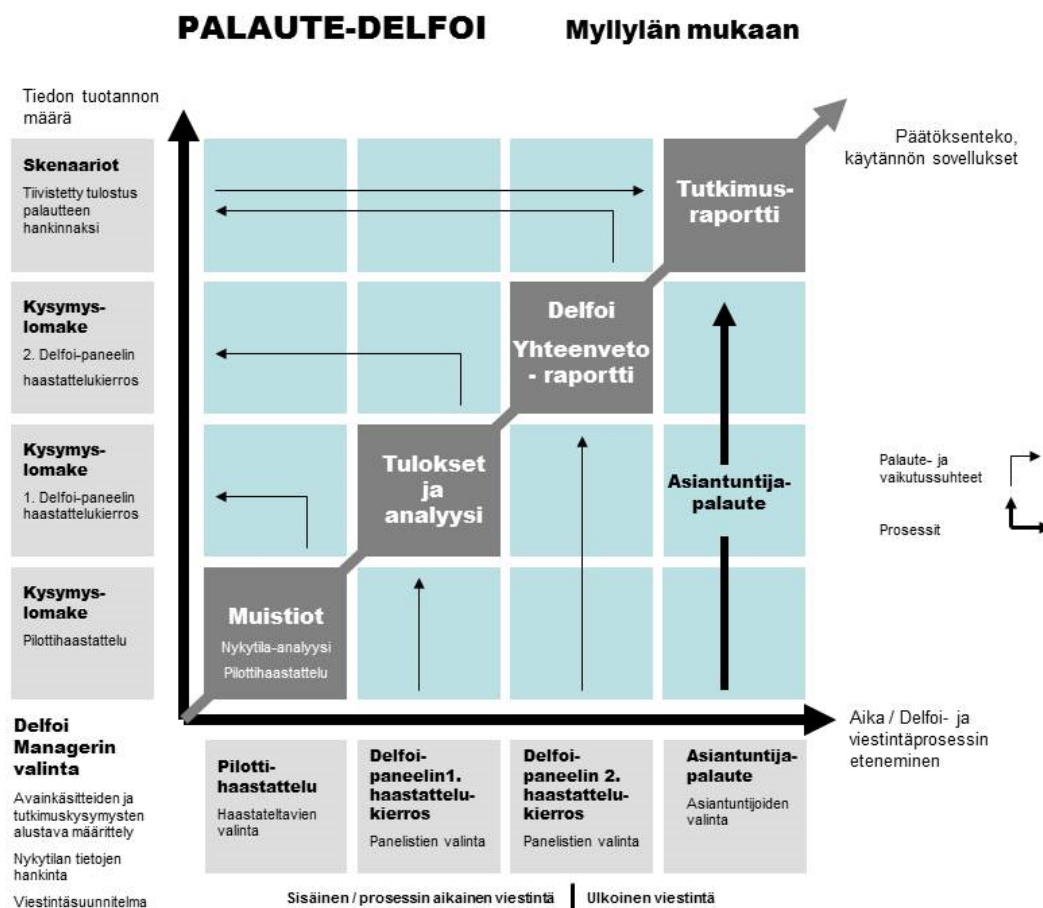
Tulevaisuudentutkimus ja ennakkointi korostavat tulevaisuuden tekemistä. Tämä tarkoittaa, että asiantuntijoiksi pyritään valitsemaan ne tahot, jotka osallistuvat aiheesta käytävään tulevaisuuskeskusteluun muutenkin. Delfoi-soveltaminen tehostaa tätä keskustelua luomalla oppimisympäristön hyödyntäen muun muassa anonymiteettia. Tällöin osallistujat uskaltavat tuoda mielipiteensä rehellisemmin julki, kuin tavanomaisessa keskustelussa. Delfoi-menetelmän soveltamisessa Delfoi-paneeliin osallistuvien määrän sijaan laatu on tärkeämpi tekijä. Yleensä pyritään löytämään mahdollisimman monipuolinen asiantuntijoiden joukko. Delfoi-tutkimuksessa haaste on osata valita Delfoi-panelistit oikein. On tärkeää pyrkiä ottamaan mukaan keskeiset intressiryhmät tarkasteltavan aiheen kannalta. Tässä tutkimuksessa tätä varten luotiin niin sanottu kompetenssi-intressimatriisi (ks. Taulukko 1, Kuusi 2013) jo Delfoi-paneelin 1. haastattelukierroksen panelistien valitsemiseksi. Matriisi esiteltiin ohjausryhmälle. Ohjausryhmä teki joitakin ehdotuksia haastateltaviksi panelisteiksi. Haastatellut Delfoi-panelistit myös ehdottivat itse uusia haastateltavia (ns. lumipallo-otanta, Metsämuuronen 2006). Nämä ehdotukset saatiin pääosin toteutettua.

Delfoi-prosessia tuettiin taustaraporttikatsauksella (Inkeröinen & Väisänen 2018) sekä loppuvaiheessa Tulevaisuusverstaalla. Katsauksessa käytetyt dokumentit olivat pääasiassa valtion tutkimuslaitosten laboratoriotoinnin tai vertailulaboratoriotoinnin kehittämisselvityksiä. Näistä tunnistettiin keskeisimmät suositukset ja jatkotoimenpiteet. Suositusten toteutumista selvitettiin tutkimuslaitosten yhteenliittymän Tulanetin laboratorioyhteistyöryhmälle tehdyllä sähköpostikyselyllä. Taustaraporttikatsaukseen koottiin myös vertailulaboratoriotoinnin kansainvälisiä käytäntöjä.

Tämän jälkeen suoritettiin pilottihaastattelut. Tämä vaihe sekä asetetut tutkimuskysymykset (mm. hakukuulutuksessa esille tuodut) lähtökohtina käynnistettiin tulevaisuutta kartoittavat Delfoi-haastattelut, jotka kohdistettiin muutamalle kymmenelle asiantuntijalle (kompetenssi-intressimatriisin avulla valituille). Delfoi-haastatteluiden jälkeen pidettiin integroiva Tulevaisuusversta, jossa jalostettiin Delfoi-paneelin haastatteluiden tuloksia. Erityisesti painotettiin uuden teknologian ja muiden muutospaineiden tuomia mahdollisuuksia. Lopuksi laadittiin tulosten perusteella tutkimuksen loppuraportti (ks. Delfoi-prosessin perusmalli, Kuva 2). Loppuraporttia ei kuvan mallin mukaisesti asetettu enää panelistien arvioitavaksi johtopäätösten ja

muiden tulkintojen osalta. Sen sijaan väliraportit asetettiin ja niihin saatiin joitakin täsmentäviä kommentteja, jotka vaikuttivat loppuraporttiin (esimerkiksi tulevaisuusverstaan visio).

Kuva 2. Delfoi-prosessi.



Palaute-Delfoi viittaa tulosten ja johtopäätösten alistamiseen vielä kerran Delfoi-paneelin arvioitavaksi (Myllylä 2008).

4. AINEISTON RAKENNE

Pilottihaastattelu oli luonteeltaan avoimiin kysymyksiin perustuva teemahaastattelu. Haastattelutavioita oli 16 henkilöä (Liite 1). Delfoi-paneelin toinen haastattelukierros tehtiin strukturoidulla lomakkeella (ks. haastattelun pääteemat, Liite 2). Haastattelukierrokselle osallistui 34 henkilöä. Näistä 17 haastateltiin kasvokkain, neljä puhelimitse, loput vastasivat joko lomakkeelle tai Internet-pohjaiselle lomakkeelle sähköisesti. (Liite 1). Tulevaisuusverstaan työryhmätyöskentelyyn osallistui 29 henkeä. Yhteensä eri asiantuntijoita osallistui prosessiin 62 henkilöä.

Vastaajat edustivat ympäristömittaustoiminnan asiantuntemusta laaja-alaisesti luonnonympäristöstä rakennettuun ympäristöön. Vastaajat edustivat kolmea pääintressiryhmää: vertailulaboratoriotoimijoita, yksityisiä yritystoimijoita ja julkisia toimijoita (erityisesti julkista hallintoa). Taulukossa 1 esitetään heidän jakaantumisensa eri intressiryhmiin.

Panelistien valitseminen perustui alla olevaan kompetenssi-intressimatriisiin. Asiantuntijoita pyrittiin saamaan seuraavilta ympäristöalan kompetenssialueilta: ilma, vesi, elollinen luonto, eloton luonto, rakennettu ympäristö, ympäristöterveys. Kultakin kompetenssialueelta pyrittiin löytämään myös edustajat eri intressinäkökulmista. Intressinäkökulmia olivat yritystoimijat, vertailulaboratoriotoimijat ja julkiset toimijat. Panelistit ja heidän taustaorganisaationsa on kuvattu tarkemmin liitteessä 1. Panelistien valinnasta lisätietoja myös edellisessä kohdassa 3. Tutkimusmenetelmän ja tutkimusprosessin kuvaus.

Taulukko 1. Aineiston rakenne. Delfoi-paneelin toinen haastattelukierros.

Intressi	Yritystoimijat (teknologiatoimittajat, laitetuimittajat, ohjelmistotoimittajat, toiminnanharjoittajat, palveluliiketoimintaa tekevät laboratoriot)	Vertailulaboratorioiden edustajat (IL, SYKE, THL, STUK, VTT Oy, LUKE, Evira, GTK, TTL)	Julkiset toimijat (mm. ministeriöt, ELYt, Huoltovarmuuskeskus, eduskunta)	Yht.
Kompetenssi				
Ilma, vesi, elollinen luonto, eloton, rakennettu ympäristö, ympäristöterveys	11	12	11	34

5. TULOKSET

5.1 Aiemmat selvitykset ja kansainvälinen toiminta

Tämän kohdan 5.1 tulokset perustuvat aiempien selvitysten läpikäyntiin. Delfoi-paneelin haastatteluihin perustuvat tulokset alkavat kohdasta 5.2.

Mittanormaali- ja vertailulaboratoriotoimintaa ohjaa Suomessa kuusi eri ministeriötä. Ympäristöalan vertailulaboratoriona toimivat Suomen ympäristökeskus sekä Ilmatieteen laitos. Ilmatieteen laitoksen ilmanlaadun kansallisen vertailulaboratorion pätevyysalueena on jäljitettävien kalibrintipalvelujen tuottaminen ja ylläpito, näytteenotto sekä mittalaitteiden ja mittaussmenetelmien testaustoiminta. Laboratorio palvelee Suomen ilmanlaadun mittaussverkkoja sekä osallistuu eurooppalaisen vertailulaboratorioverkoston toimintaan. (<https://ilmatieteenlaitos.fi/laadunvarmennus>). Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) kansallisen vertailulaboratorion toiminta-alueeseen kuuluvat vesien ja kiinteiden näytteiden kemiallinen sekä ekotoksikologinen testaus- ja näytteenottotoiminta. SYKE tarjoaa myös vertailulaboratoriopalveluja biologisten määritysten osalta. (http://www.syke.fi/fi-FI/Palvelut/Laatu_ja_laboratoriopalvelut/)

Euroopan yhteisön (EU) elintarvikevalvonnan valvonta-asetuksen mukaisia vertailulaboratorioita ovat Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran, Tullin ja Terveystieteiden tutkimuskeskuksen (THL) laboratoriot. Evira toimii vertailulaboratoriona laajasti eläinperäisten elintarvikkeiden ja rehujen kemiallisessa ja mikrobiologisessa analytiikassa. Tullilaboratorio toimii ei-eläinperäisten elintarvikkeiden ja elintarvikekontaktimateriaalien analytiikassa vertailulaboratoriona. THL toimii vertailulaboratoriona PCB- ja dioksiinianalytiikassa. STUK toimii vertailulaboratoriona elintarvikkeiden radioaktiivisuuden valvonnassa. THL toimii vertailulaboratoriona ympäristömyrkkyanalytiikassa. (Nieminen 2012.) Eviran vertailulaboratoriotoiminnot siirtyvät vuoden 2019 alusta perustettavaan Ruokavirastoon (Laki Ruokavirastosta 371/2018).

Valtionhallinnossa on tehty useita selvityksiä valtion omistamien laboratoriotoimintojen järjestämiseksi, erityisesti vuosina 2004–2012. Pääosa näistä selvityksistä on käsitellyt laboratoriotoiminnan tuotantotoiminnan järjestelyjä sekä laboratorioinfrastruktuurin yhdistämistä tai yhteiskäyttöä. Keskeisimmin vertailulaboratoriotoimintaa käsittelevät Oikarin (2009) tekemä selvitystyö valtiovarainministeriölle sekä Niemisen (2012) selvitystyö työ- ja elinkeinoministeriölle. Selvityksissä todetaan muun muassa mittausten luotettavuuden nojautuvan Suomessa ammattitaitoisesti tehtyihin mittauksiin sekä mittausten oikeanlaiseen käyttöön. Tästä osaamisesta kannattaa Suomessa pitää kiinni. Molemmat selvitystyöt nostivat esille myös koordinaatiotoimien merkityksen. Oikarin (2009) mukaan Suomen ratkaisuna tulisi olla eri sovellusalueiden johtaviin kansainvälisiin tutkimuslaitoksiin ja virastoihin integroitu mittanormaali- ja vertailulaboratoriotoiminta, jota koordinoidaan ja kehitetään keskitetysti kansallisen mittaussjärjestelmän kautta (Oikari 2009). Koko mittaussjärjestelmän tehokkuuden ja luotettavuuden kehittämisen kannalta on tärkeää huolehtia myös riittävästä mittaussjärjestelmän koordinaatiosta yli sektorirajojen. Näin saavutettaisiin tehokkuutta osaamisen kehittämisessä, laitteistojen hyödyntämisessä sekä referenssimateriaalien hankinnassa. (Nieminen 2012.)

Selvitysraporteissa esitettyjen suositusten toteutumista (vuoden 2017 loppuun mennessä) arvioitiin tässä ennakoinnissa lähettämällä keskeisille toimijoille sähköpostitiedustelu. Saatujen vastausten mukaan vertailulaboratorioiden laitehankinnoissa on menty tiiviimpään yhteistyöhön ja

siten tutkimuslaitosten välistä yhteistyötä on konkreettisesti lisätty. Kansallisia mittausjärjestelmiä ei ole esitetyssä muodossa perustettu, mutta tutkimuslaitosten yhteenliittymien (aiemmin luonnonvara- ja ympäristöalan LYNET ja sosiaali- ja terveysalan SOTERKO, nykyisin Tulanet <http://tulanet.fi/toiminta/>) laboratorioryhmissä on tiivistetty eri toimijoiden välistä yhteistyötä ja tiedonvaihtoa. Laboratorioryhmät eivät ole olleet varsinaisia koordinoivia yhteistyöelimiä, mutta ne ovat edistäneet tutkimuslaitteiden yhteishankintaa ja – käyttöä, lisänneet laboratorioalan yhteiskoulutusta sekä tiedonvaihtoa laboratorioiden välillä. (Inkeröinen & Väisänen 2018.) On syytä huomata, että koordinaatiotarpeet vaihtelevat. Esimerkiksi ilmanlaatumittaukset poikkeavat selvästi muiden vertailulaboratorioiden toiminnoista ja niiden mittalaitteet ovat erilaisia verrattuna muiden toimijoiden mittalaitteisiin. Näin päällekkäisyyksiä ei ole ja kansallista koordinaatiota keskeisempi kysymys on tällöin kansainvälinen toiminta alan verkostoissa.

Ruotsin akkreditointielin ja viranomaisen Swedac (Swedish Board for Accreditation and Conformity Assessment) tutki miten laatutekijät, kuten akkreditointi ja standardisointi hyödyntävät ruotsalaisten tuotteiden vientiä. Raportissa "Starkare Sverige med öppna system" kuvataan Ruotsin laadunvarmistuksen infrastruktuuria, akkreditoinnin ja standardisoinnin hyötyjä sekä kansainvälisiä sopimuksia, joihin kansallinen laaturakenne perustuu. Raportin otsikossa mainittu sana avoimuus viittaa siihen, että kansallisen laatuinfrastruktuurin rakenteiden tulee perustua kansainvälisesti sovittuihin ohjeisiin ja käytäntöihin. Niin kuin kaikissa teollisuusmaissa Ruotsin kansallinen akkreditointiorganisaatio perustuu kansainvälisesti sovittuihin akkreditointiperiaatteisiin. Akkreditointielin on riippumaton osapuoli, joka osoittaa, että toimija on pätevä ja toiminta noudattaa sovittuja sääntöjä. Euroopan yhteisön mukaan (EC 765/2008) jäsenmaiden akkreditointitoiminta on oltava viranomaistoimintaa. Tämä harmonisoi toimintaa ja varmistaa, että organisaatiot ovat riippumattomia, tasapuolisia ja oikeudenmukaisia. Kansallisen laatuorganisaatiokokonaisuuden muita tärkeitä rakenteita ovat testaus, kalibrointi, tarkastus, sertifiointi, ilmoitetut laitokset ja standardisointi. Näiden rakenteiden toiminta on neutraalia, jolloin tehtäviin eivät kuulu neuvonta eikä muu yksittäisten toimijoiden tukeminen. Neuvonta ja asiantuntijatuki hoidetaan yleensä kansallisissa vertailulaboratorioissa. Swedacin raportissa todetaan, että toiminnan akkreditointi osoittaa sen luotettavuutta juuri siksi, että akkreditointi on viranomaistoimintaa. Mikäli muut kansalliset laaturakenteet eivät suoraan ole viranomaistoimintaa, kasvaa toiminnan luotettavuuden arviointi yhdellä tasolla, kun muut laatuorganisaation rakenteet tulevat viime kädessä akkreditoitua luotettavuutensa ja riippumattomuutensa osoittamiseksi. Valtion toimijan leima laadun varmentajana koetaan siis edelleen tärkeäksi. Raportissa korostetaan myös valtiovallan roolia laaturakenteiden koordinoinnissa sekä yhteistyön vahvistamisessa asianomaisten viranomaisten ja virastojen välillä. Raportin mukaan hallinnon tulee myös edistää tiedonjakoa ja edistää vahvaa laatuinfrastruktuuria viennin edistämiseksi. Lisäksi korostettiin kansainvälisten laatuvaatimusten harmonisointitarvetta, koska tämä vähentää työtä kansallisella tasolla. Ruotsi onkin ottanut käyttöön "Kvalitetslandet"-nimisen foorumin helpottamaan keskusteluja ja yhteistyötä eri toimijoiden kesken Ruotsin laadukkaan kansakunta-aseman säilyttämiseksi (<https://kvalitetslandet.se/>). (Kappale on tiivistelmä hankkeen Katarina Björklöfiltä pyytämästä Starkare Sverige med öppna system -julkaisun referaatista. Björklöfin referaattiblogi on luettavissa osoitteessa www.labrat2030.fi.)

Tämän hankkeen alussa tehtiin tiivistelmä useamman asiantuntijan laatimasta katsauksesta eurooppalaiseen ympäristöalan vertailulaboratoriotoimintaan (ks. asiantuntijat Inkeröinen & Väisänen 2018, s. 17). Seuraavissa tämän luvun kappaleissa kuvataan vertailulaboratoriotoimintaa tuohon tiivistelmään perustuen akvaattisen ympäristön, ilmanlaadun sekä ilmapäästöjen osalta.

Useimmissa Euroopan maissa vertailulaboratoriotoiminnan lähtökohtana on ollut nimetä kuhunkin osa-alueeseen (esimerkiksi pinta-, pohja- ja jätevedet) erikoistunut (tutkimus)laitos ver-

tailulaboratorioksi. Myös kilpailuttamalla on haettu soveltuvaa tahoa vertailulaboratorioksi. Euroopan unionin (EU) tasolla juuri ympäristöalan eri direktiivit ja ohjeistukset luovat pohjan ympäristöalan vertailulaboratoriotoiminnalle.

Ympäristökemia. Ympäristökemian vertailulaboratorioiden verkosto (NORMAN, www.norman-network.net) edistää ympäristöyhdisteisiin liittyvää tutkimusta, tiedonvaihtoa sekä implementointia Vesipuitedirektiivin tarpeisiin. Lisäksi verkosto edistää ympäristötiedon laatua validoimalla ja harmonisoimalla mittaus- ja seurantamenetelmiä sekä tukemalla tutkimustiimien synergiaa sekä uuden tiedon tehokasta levittämistä. NORMAN-verkoston työ on koottu työryhmiin, ja työhön osallistuu (2017) 79 jäsentä (vertailulaboratorioita ja tutkimuslaitoksia) Euroopasta, Kanadasta, Israelista ja USA:sta. Euroopan pätevyyskokeiden informaatiojärjestelmä (The European PT Information System, EPTIS www.eptis.bam.de) on voittoa tuottamaton järjestelmä, johon on kuvattu noin 3 000 pätevyyskoetta 40 maasta ympäri maailmaa. EPTISin tavoitteena on tarjota soveltuvia pätevyyskokeita eri toimijoille verkossa ja siten osaltaan lisätä ympäristötiedon laatua.

Suomen ympäristökeskus toimii ympäristöalan kansallisena vertailulaboratoriona pätevyysalueenaan vesien ja kiinteiden aineiden näytteiden kemiallinen ja ekotoksikologinen testaus- ja näytteenotto toiminta. SYKE on myös Suomessa vesiympäristön kemian metrologialaitos eli Designated Institute (DI) ja Euroopan metrologialaitosten yhdistyksen EURAMET:in jäsen. SYKEN toimiminen sekä kansallisena vertailulaboratoriona että metrologialaitoksena varmistaa tulosten jäljitettävyyden ja luotettavuuden kansallisesti ja kansainvälisesti. Tehtäviin kuuluvat ulkoiset laadunvalvonta- ja kalibrointipalvelujen tuottaminen ja ylläpito, kansallinen ja kansainvälinen ympäristöalan menetelmästandardisointi, testaus- ja näytteenottomenetelmien kehittäminen, vertailumateriaalin tuottaminen ja tiedottaminen sen saatavuudesta, monipuolisen koulutuksen tarjoaminen ympäristöalan laboratoriosektorille, kansainvälinen yhteistyö sekä asiantuntija-apu ympäristöviranomaisille ja muille ympäristöalan toimijoille. Suomen ympäristökeskus on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima vertailumittausten järjestäjä. SYKE järjestää pätevyyskokeita/vertailumittauksia muun muassa erityyppisten vesien, sedimentin, lietteen ja maan fysikaalis-kemiallisista määrittämisistä, biologisista määrittämisistä (kasviplankton ja pohjaeläimet) toksisuustesteistä sekä näytteenotosta. Lisäksi SYKE vastaa ympäristönäytteenottajien sertifiointijärjestelmästä ja siten edistää Suomessa tuotetun ympäristötiedon laatua kokonaisuutena. SYKE on osallistunut kalibrointilaboratorioille ja metrologialaitoksille suunnattuihin kansainvälisiin avainvertailumittauksiin.

Saksassa ympäristökemian vertailulaboratoriotoiminta on jaettu usealle valtion laitokselle. Umwelt Bundesamt (UBA, Federal Environment Agency) vastaa mm. ympäristökemian alan tiedon laadusta ja sen jatkuvasta parantamisesta sekä on NORMAN-verkoston jäsen. Standardisoinnista vastaa Deutsches Institut für Normung (DIN) ja metrologisesta jäljitettävyydestä vastaa Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) ja erityisesti PTB:n designated institute The Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Näiden laitosten mandaatti perustuu kansalliseen lainsäädäntöön, ja ne ovat valtion ylläpitämiä laitoksia.

Viiden instituutin muodostama AQUAREF-konsortio (www.aquaref.fr) vastaa Ranskassa akvaattisen ympäristökemian vertailulaboratoriotoiminnasta. Konsortio on perustettu vuonna 2007 Ranskan ympäristöministeriön (French Ministry of Ecology/Division of the water and biodiversity) johdolla, ja työtä ohjaa ONEMA (French public agency for promotion of the protection of water resources and aquatic environments). AQUAREF-konsortion mandaatti on kirjoitettu kansalliseen lainsäädäntöön, ja pääosa (70–80 %) referenssilaboratoriotoiminnan kustannuksista rahoitetaan valtion budjetista. Loppuosan osallistuvat laitokset rahoittavat omasta budjetistaan. AQUAREF-konsortion muodostavat BRGM (French research body focusing on geology and mining issues), IFREMER (French research institute for exploration of the sea),

INERIS (French national institute for risks and the industrial environment), Irstea (French national research institute of science and technology for environment and agriculture) ja LNE (French national metrology institute). INERIS koordinoi AQUAREF-konsortion toimintaa. BRGM vastaa pohjavedestä, IFREMER rannikkovesistä, INERIS mikrosaaasteista, IRSTEA sisävesistä ja LNE metrologiasta. Tällä tavoin Ranska on koonnut akvaattisen ympäristötiedon varmentamiseen lähes tuhannen asiantuntijan verkoston.

Ilmanlaatu. Ilmanlaadun tehtävissä Euroopan unionin (EU) koordinoiva taho on AQUILA-verkosto (Air Quality Reference Laboratories <https://ec.europa.eu/jrc/en/aquila>). Riippumatta siitä, kuinka ilmanlaadun mittausverkosto on kussakin maassa rakennettu, ilmanlaadun raportointi tehdään kansallisella tasolla EU:n vaatimusten mukaisesti. Lähes kaikissa maissa ilmanlaadun mittausverkostot ovat kattavampia kuin EU:n direktiiveissä ohjeistetaan. Pääosa Euroopan maista käyttää EU:n ohjeistusta ilmanlaadun mittauksista ja tuloksista raportoinnista ja viestinnästä.

Ilmatieteen laitos (IL) on Suomessa nimetty kansalliseksi asiantuntijalaitokseksi sekä vertailulaboratorioksi ilmanlaatuun liittyvissä asioissa (ympäristönsuojelulaki 527/2014, valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta 26.1.2017/79). Ilmatieteen laitos toimii Suomessa myös mittanormaalilaboratoriona ilmanlaadun osalta. Tällainen järjestely, jossa vertailulaboratorio vastaa myös jäljitettävyyden ylläpidosta omalla pätevyysalueellaan, sopii erinomaisesti etenkin pienten metrologialaitosten toiminnan jatkeeksi ja antaa vertailulaboratoriolle mahdollisuuden osallistua ns. avainvertailumittauksiin muiden metrologialaitosten mukana. Ilmatieteen laitos toimii sekä kansallisena mittanormaalilaboratoriona että vertailulaboratoriona kymmenen ilmakehässä esiintyvän kaasukomponentin osalta (mm. hiilimonoksidi, otsoni, rikkidioksidi, typpimonoksidi, typpidioksidi, bentseeni). Ilmatieteen laitos ylläpitää taustailmanlaadun mittausasemaverkostoa. Tämän lisäksi on kuntien ylläpitämiä paikallisia verkkoja. Viime aikoina nämä kuntien verkot ovat alkaneet useilla alueilla tehdä yhteistyötä. Kunnat ovat kuitenkin itsenäisesti vastuussa seurantojen järjestämisestä. Suomessa ilmanlaadun mittausverkostojen laadun ohjaus on yhtäläistä kansallisella ja alueellisella tasolla.

Ranskassa, Espanjassa ja Saksassa kansallisella tasolla määritellään normit, säännöt, hyvät käytännöt sekä tekniset ohjeet, mutta ei osallistuta alueellisen tason konkreettiseen mittaus-toimintaan. Iso-Britanniassa, Itävallassa ja Sveitsissä ilmanlaadun mittausverkosto koostuu selkeästi kahdesta tasosta: kansallisesta verkostosta sekä alueellisesta/paikallisesta verkostosta. Kansallinen verkosto on usein pieni, ja se keskittyy taustapitoisuuksien määrittämiseen sekä ilmanlaadun yleisten kehitystrendien määrittämiseen. Ruotsissa Natursvårdverket toimii ilmanlaatudirektiivin mukaisena viranomaisena, joka nimeää vertailulaboratorion. Ruotsissa Tukholman yliopiston ympäristötieteiden ja analyyttisen kemian osaston ilmakehätieteiden laboratorio (Atmospheric Science Unit, ATM) on nimetty vertailulaboratorioksi. Sen pätevyysalueena oli aluksi otsoni- ja hiukkasmittaukset, ja viime aikoina se on laajentanut mittausaluettaan typpidioksidimittauksille.

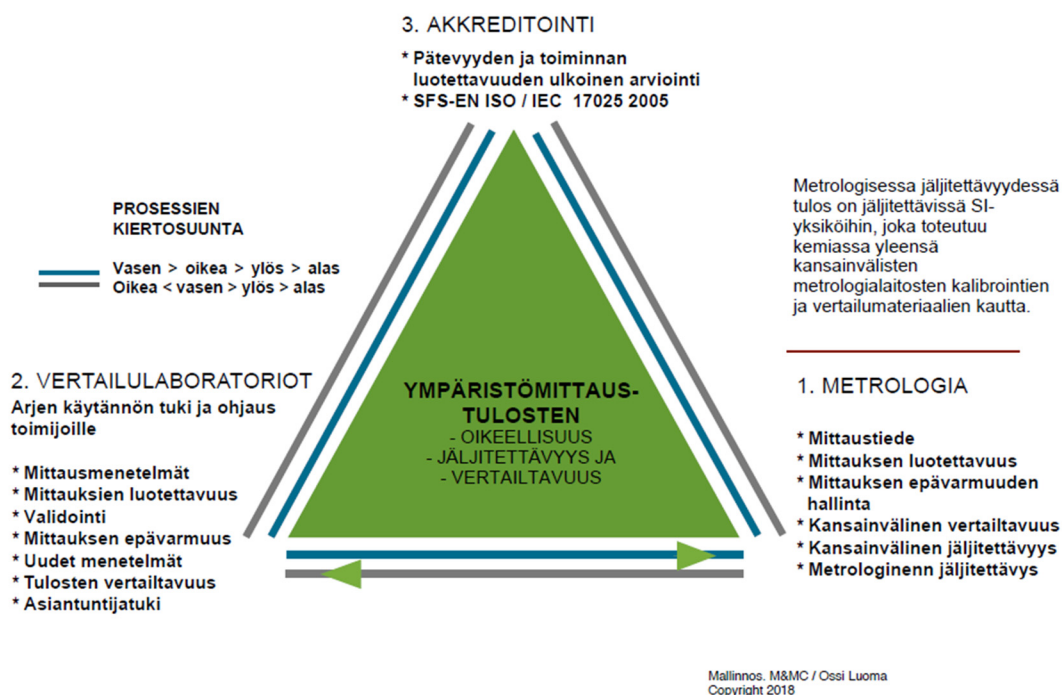
Ilmapäästöt. Ilmapäästöjen mittauslaboratorioilta edellytetään Euroopassa yleensä akkreditointia standardin ISO/IEC 17025 mukaisena testauslaboratoriona. Euroopassa ei ole vaatimuksia päästömittausten kansallisille vertailulaboratorioille, kuten ilmanlaatumittauksissa vaaditaan. Euroopan yhteisön tasolla ei edellytetä osallistumista pätevyyskokeisiin, mutta monet maat edellyttävät kansallisesti pätevyyskokeisiin osallistumista. Myös akkreditoinnin mukainen pätevyyden osoittaminen edellyttää pätevyyskokeisiin osallistumista. Tällä hetkellä Euroopassa ei ole harmonisoitua tapaa järjestää ilmapäästöjen (kaasut, hiukkaset sekä kaasuvirtaus) vertailumittauksia eikä Euroopan yhteisön tasolla ole myöskään annettu ohjeistusta tulosten tulkintaan. Euroopan standardisointikomitean (CEN) teknisen komitean (TC 264) työ-

ryhmä WG45 aloitti työnsä vuonna 2017, ja sen tavoitteena on luoda kriteerit vertailumittauksille. Joissakin Euroopan maissa, kuten Saksassa ja Belgiassa, ilmapäästöjen mittauksia sekä niiden laadunvarmennuspalveluja tarjoavat usein yritykset tai kansalliset instituutit. Suomessa Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy järjestää ilmapäästöjen vertailumittauksia.

Terminologinen tausta: Metrologia–Vertailulaboratorio–Akkreditointi -käsitekaavio

Mittaustulosten luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta voidaan parantaa realistisella mittausepävarmuuden arvioinnilla, mittausmenetelmien validoinnilla ja mittaustulosten jäljitettävyyden varmistamisella. Hankkeen alussa laadittiin Metrologia–Vertailulaboratoriot–Akkreditointi -käsitekaavio selkiyttämään näiden toimintojen itsenäistä roolia oikeiden, jäljitettävien ja vertailtaviin mittaustulosten luonnissa (Inkeröinen & Väisänen 2018). Delfoi-paneeli kommentoi kaaviota toisella haastattelukierroksella ja totesi sen toimivaksi. (ks. Kuva 3).

Kuva 3. Metrologia–Vertailulaboratorio–Akkreditointi -käsitekaavio.



5.2 SWOT-analyysi

SWOT-analyysissä arvioidaan asiantuntijoiden toimesta organisaatioiden vahvuuksia (Strengths), heikkouksia (Weaknesses), mahdollisuuksia (Opportunities) ja uhkia (Threats). SWOT-analyysi on alunpitäen Albert S. Humphreyn (1986) jo 1960-luvun alussa kehittämä nelikenttämenetelmä, jota käytetään strategian laatimisessa, sekä oppimisen tai ongelmien tunnistamisessa, arvioinnissa ja kehittämisessä. Se on hyödyllinen ja yksinkertainen työkalu organisaatioiden toiminnan, hankkeiden ja projektien suunnittelussa. SWOT-analyysissä kirjataan ylös analysoidun asian:

- sisäiset vahvuudet
- sisäiset heikkoudet
- ulkoiset mahdollisuudet
- ulkoiset uhkat

Pilottihaastattelussa Delfoi-panelistit tekivät vapaamuotoisen vertailulaboratoriotoiminnan SWOT-analyysin. Esiin nostetut SWOT-analyysin muuttujat listattiin Delfoi-paneelin 2. haastattelukierrosta varten ja paneeli antoi tekijöille painoarvon 1–5, jossa 1 on ei tärkeä ja 5 erittäin tärkeä. Tämän perusteella luotiin SWOT-analyysi, jossa tekijät olivat tärkeysjärjestyksessä. Seuraavassa esitellään SWOT-analyysin tulokset (Kuva 4.).

Vahvuudet. Erittäin tärkeänä vahvuustekijänä pidettiin vertailulaboratoriotoiminnan vaikutusta tuotettavan ympäristötiedon laatuun. Tärkeäksi ylsivät vertailulaboratorioiden vähäinen korruptio sekä osaaminen ja sen traditio. Melko tärkeitä vahvuustekijöitä olivat myös vaikutus ympäristön tilatietoon ja sen luotettavuuteen, yleisemminkin pitkät luotettavat aikasarjat ympäristön tilasta, kansainvälinen arvostus, kansalliset matriisit (näytteenottotyypit) sekä keskinäinen yhteistyö. Vertailulaboratoriotoimijoiden keskinäinen yhteistyö on huomionarvoinen vahvuus.

Heikkoudet. Heikkouksiksi nostettiin melko tärkeällä painoarvolla seuraavat tekijät: resursien puute, hidas reagointi asiakastarpeisiin, uusien menetelmien ja teknologioiden hallitsemattomuus sekä toiminnan kustannukset tai toiminnan kalleus. Valtionhallinnon säästötoimet ovat näkyneet myös jatkuvana epävarmuutena laboratorioissa, ja ne heijastuvat myös vertailulaboratoriotoimin toimintaan ja arkeen.

Mahdollisuudet. Ainoaksi erittäin tärkeäksi mahdollisuustekijäksi nousi luotettavan ympäristötietotiedon varmistaminen jatkossakin. Melko tärkeitä mahdollisuustekijöitä olivat uusiin mitaustarpeisiin reagointi, osaamisen ja laboratorioinfran lisääminen, digitalisaation ja uuden teknologian hyödyntäminen, yhteistyö muun muassa laitevalmistajien kanssa, kumulatiivisen (mm. Big data) tiedon hyödyntäminen, rajapinnoissa liikkuminen ja uuden tiedon tuominen toimijoille sekä roolin vahvistaminen ympäristöterveysmittauksissa. Osaamisen lisäämisessä esimerkiksi tutkimusohjelmat (myös EU:n ohjelmat) ja niihin osallistuminen nähtiin yhdeksi tärkeäksi mahdollisuudeksi.

Aineistossa nousi esiin monesta eri näkökulmasta myös julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyö (public-private partnership) esimerkiksi innovaatioekosysteemien ja arvoluontiverkostojen kautta organisoituna. Muun muassa Harmaakorpi ja Rinkinen (2015) sekä Stähle ja Pirttivaara (2015) ovat tutkineet uusien innovaatioiden syntyä. Uudet innovaatiot, tuotteet ja palvelut syntyvät yhä useammin globaaleissa arvoverkostoissa ja innovaatioiden ekosysteemeissä lukuisien toimijoiden yhteistyön (co-creation) tuloksena. Globaalien arvoverkostojen kehittymisen seurauksena kansallisten klustereiden merkitys on pienentynyt ja eri alue- ja toimialarajat ylittävän yhteistyön tarve on selvästi lisääntynyt Suomessa. Innovaatioekosysteemit ovat tiiviitä, dynaamisia ja itseohjautuvia verkostoja, joissa avoimuus, vuorovaikutus ja keskinäisriippuvuus ovat tavanomaisia verkostoja ja klustereita voimakkaampia.

Myös elinkeinoelämän tukeminen ja viennin edistäminen nähtiin tärkeiksi tavoitteiksi vertailu-laboratoriotoiminnalle välttämätön riippumattomuus säilyttäen. Merkittäväksi mahdollisuudeksi nähtiin mittaustoiminnan automatisoituminen. Murrosaika edellyttää myös vertailulaboratori-oita liikkumaan rohkeasti erilaisten toimialojen ja toimintojen rajapinnoissa, jotta teknologian ja muun kehityksen merkit tunnistetaan ja niihin voidaan tarttua ajoissa.

Uhkat. Tärkeimmiksi uhkatekijöiksi nähtiin epävarmuudet resursoinnissa, yleisemmällä tasolla kritiikitön ja vaihtoehdoton laboratoriotoimintojen yhtiöittäminen, käytännön tietotaidon vähen-tyminen palveluliiketoiminnan siirtyessä yksityisiin organisaatioihin, ympäristölaboratoriotoi-minnan monopolisoituminen, huoltovarmuustoiminnan tarpeiden ylläpitoon liittyvät epävar-muudet sekä haastavuudet osaajien rekrytoinnissa. Huoltovarmuudella tarkoitetaan laaduk-kaan ja riittävän mittaustoiminnan jatkumista poikkeusoloissa, kuten ydinkatastrofissa, kan-sainvälisen mittausyrityksen konkurssitilanteessa, bioterrorismitilanteessa tai muussa vastaa- vassa.

Resurssien puute tai haasteet resurssien varmistamisessa voivat johtaa alan houkuttelevuu-den vähenemiseen sekä muodostua uhkaksi osaamiselle. Tällä on puolestaan vaikutus muun muassa huoltovarmuuden ylläpitoon. Toisaalta palveluliiketoiminnan siirtyessä yhä enemmän yksityisiin yrityksiin epäillään käytännön tietotaidon vähentyvän.

Kuva 4. Ympäristömittausten vertailulaboratoriotoiminnan SWOT-analyysi.

Vahvuudet		Mahdollisuudet	
Toiminnan ja luotettavan tiedon laatu	4,96	Luotettavan ympäristötietotaidon varmistaminen	4,63
Vähäinen korruptio, puolueettomuus	4,48	Uusiin mittaustarpeisiin reagointi	4,38
Osaaminen ja sen traditio	4,43	Osaamisen ja laboratorionfrans lisäminen	4,08
Vaikutus ympäristön tietoon ja luotettavuuteen	4,26	Digitalisaation ja uuden teknologian hyödyntäminen	4,04
Pitkät luotettavat aikasarjat ympäristön tilasta	4,22	Koulutus- ja viestintä muutoksen aikaansaamiseksi	3,92
Kansainvälinen arvostus	3,39	Kumulatiivisen (mm. Big data) tiedon hyödynt.	3,92
Kansalliset matriisit (näytteenottotyypit)	3,78	Rajapinnoissa liikkuminen ja uuden tiedon tuonti	3,79
Keskinäinen yhteistyö	3,74	Roolin vahvistaminen ympäristöterveys- mittauksissa	3,71
Suomalainen toimintatapa, kulttuuri	3,13	Elinkeinoelämän tukeminen / ekosysteemijäätelu	3,54
		Uusi profiili selkeänä julkisena toimintona (palvelu)	3,46
		Maakuntaudistuksen hyödyntäminen, viestintä	2,92
Heikkoudet		Uhkat	
Resurssien puute	3,96	Resursoinnin varmistaminen / puuttuminen	4,21
Hidas reagointi asiakastoiveisiin	3,63	Kritiikitön, vaihtoehdoton toimintojen yhtiöittäminen	4,00
Uusien menetelmien ja teknologioiden hallinta	3,63	Käytännön tietotaidon vähentyminen	3,71
Toiminnan kustannukset / kalleus	3,63	Ympäristölaboratoriotoiminnan monopolisoitumin.	3,67
Viestinnän vähäisyys	3,46	Katastrofi- / huoltovarmuuden ylläpito	3,63
Kokeilukulttuurin vierastaminen	3,00	Ovia aukeaa ulospäin - osaajien rekrytointihaaste	3,58
		Vertailulaboratorioiden kilpailutus	3,33
		Poliittiset linjaukset	3,25
		Vertailulaboratoriot eivät tunnista rooliaan	3,17
		Maakuntahallinnon uudistaminen katkoo siteitä	2,67

Tulokset pohjautuvat Delfoi-paneelin 2. kierroksen arviointiin, vastaajia 23–24. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1–5, jossa 1=ei tärkeä, 2=vähän tärkeä, 3=kohtalaisen tärkeä, 4=melko tärkeä, 5=erittäin tärkeä.)

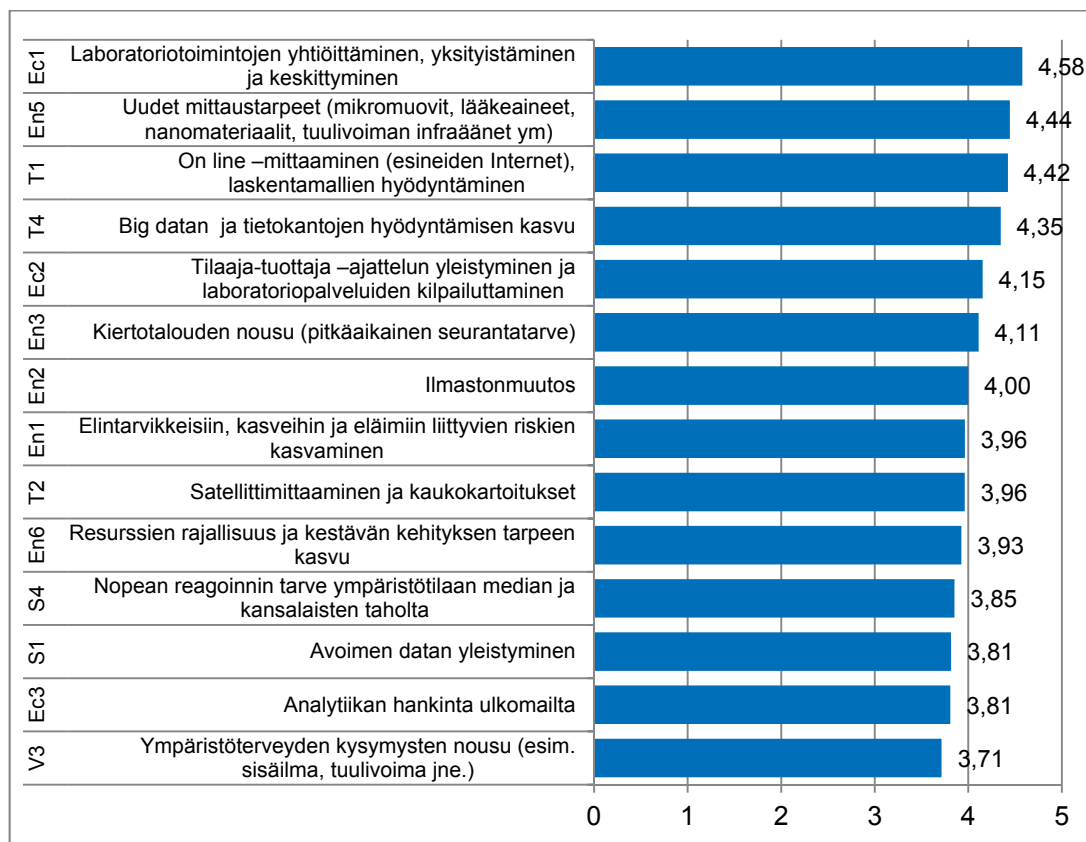
5.3 Vahvat ennakoivat trendit

Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksen panelistit arvioivat edellisellä pilottihaastattelukierroksella esille nostettuja vahvoja ennakoivia vertailulaboratoriotoimintaan vaikuttavia trendejä (yhteensä 39 kappaletta). Ainoana erittäin vaikuttavana trendinä esille nousi laboratoriotoimintojen *yhtiöittäminen, yksityistäminen ja keskittyminen*. Melko tärkeitä vaikuttavia trendejä olivat (Kuva 6) *Uudet mittaustarpeet (mikromuovit, lääkeaineet, nanomateriaalit, tuulivoiman infra-äänet ym.), Online-mittaaminen (esineiden internet), Laskentamallien hyödyntäminen, Big data ja tietokantojen hyödyntämisen kasvu, Tilaaaja-tuottaja-ajattelun yleistyminen ja laboratoriopalveluiden kilpailuttaminen, Kiertotalouden nousu (pitkäaikainen seurantarave), Ilmastomuutos, Elintarvikkeisiin, kasveihin ja eläimiin liittyvien riskien kasvaminen, Satelliittimittaaminen ja kaukokartoitukset, Resurssien rajallisuus ja kestävän kehityksen tarpeen kasvu, Nopean reagoinnin tarve ympäristötilaan median ja kansalaisten taholta, Avoimen datan yleistyminen, Analytiikan hankinta ulkomailta sekä Hyvinvoinnin arvostuksen ja Ympäristötietoisuuden kasvu.*

Laboratoriotoimintojen yhtiöittäminen, yksityistäminen ja keskittyminen on tapahtunut melko nopeasti. Kilpailulainsäädännön mukaan markkinoilla toimiva palveluliiketoiminta on yhtiöitettävä. Kilpailulainsäädännön vuoksi sekä valtiolliset toimijat, kuten tutkimuslaitokset (esimerkiksi Geologinen tutkimuskeskus ja Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy), että kunnat ovat yhtiöittäneet laboratoriotoimintojaan. Ehkä suurempi muutos on kuitenkin ollut siinä, että julkiset toimijat ovat siirtyneet niin sanottuun tilaaja-tuottajamalliin ja ostavat palveluita yhä enemmän markkinoilta. Viime aikoina globaalit toimijat ovat ostaneet näitä yhtiöitettyjä toimintoja. Myös alun perinkin yksityisiä ympäristömittauslaboratorioita on myyty suuremmille kansainvälisille toimijoille. Mittaustoiminnan kansainvälistyminen haastaa myös kansallisten vertailulaboratorioiden roolin. Suomeen palveluja myyvät ulkomaiset yritykset voivat tukeutua mittaustointansa pätevyyskokeissa muiden maiden vertailulaboratorioihin.

Uudet mittaustarpeet todettiin toiseksi vaikuttavammaksi tekijäksi vertailulaboratoriotoimintaan. Uusia mittaustarpeita ovat esimerkiksi mikromuovit ja sisäilma. Esimerkiksi nopea kaupungistuminen, jatkuvasti käyttöönotettavat uudet materiaalit ja kemikaalit sekä lääkeaineet ja kansainvälinen Internet-kauppa aiheuttavat jatkuvasti uutta mitattavaa.

Kuva 5. Vahvat ennakoivat trendit, jotka vaikuttavat ympäristömittausten vertailulaboratoriotoimintaan vuoteen 2030.



Tulokset Delfoi-paneelin 2. kierroksen arvioiden perusteella, vastaajia 26–28. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1–5, jossa 1=ei vaikuttava, 2=vähän vaikuttava, 3=kohdallaisen vaikuttava, 4=melko vaikuttava, 5=erittäin vaikuttava.)

Tilaaaja-tuottaja-ajattelun yleistyminen ja laboratoriopalveluiden kilpailuttaminen ovat vahva trendi, joka haastaa nykyiset palveluliiketoimintaa tekevät kansallisesti omistetut yritykset. Haastatellut nostivatkin esille, että tilaajaosaamista olisi kehitettävä, jotta paikalliset erityispiirteet osattaisiin ottaa huomioon tilauksia tehtäessä.

Kiertotalouden nousu (pitkäaikainen seurantatarve) nähtiin erityisesti mahdollisuutena. Erilaisen teollisuuden sivutuotteiden ja muiden aineiden laajamittainen uudelleenkäyttö vaikkapa maarakentamisessa luo pitkäaikaisen seurantatarpeen. Pilottihaastatteluissa esitettiin, että Suomesta voisi tulla kiertotalouden edelläkävijä mittaussosaamista kierrätysmateriaalien seurantaan soveltamalla ja lainsäädäntöä kehittämällä. Tämä esiin nostettu mahdollisuus sai tukea Delfoi-paneelin 2. kierrokselta.

Ilmastomuutos vertailulaboratoriotoimintaan vuoteen 2030 vaikuttavana trendinä tuli panelistien vertailussa seitsemänneksi. Joissakin aiemmissakin tutkimuksissa viime aikoina ja samalla aikajänteellä vaikutuksia arvioitaessa toimijoilla on ollut vaikea tunnistaa trendin konkreettisia vaikutuksia toimintaan (esim. Myllylä 2013; Myllylä & Kaivo-oja 2015), vaikka yleisen tieteellisen ja poliittisen keskustelun perusteella voisi sen olettaa korostuvan. Trendi siis nousee tärkeäksi tälläkin tavalla painoarvoindeksiä kysyttäessä tässä ja em. muissa tutkimuksissa, mutta ei kuitenkaan selkeästi tärkeimmäksi tekijäksi panelistien mielestä.

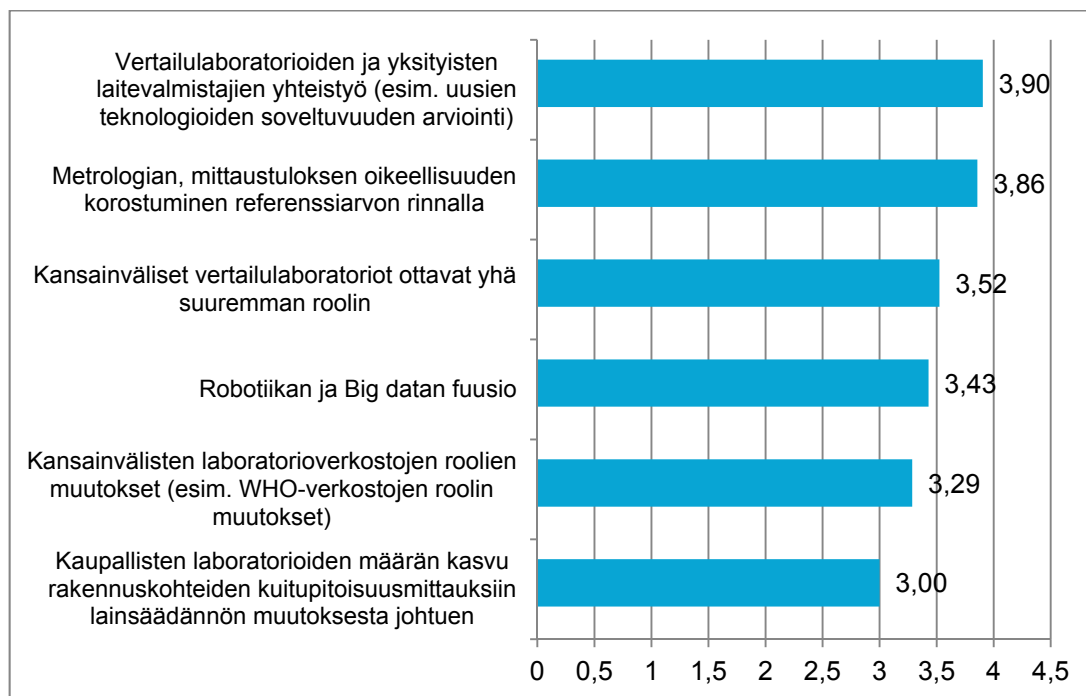
5.4 Heikkoja signaaleja ja villejä kortteja

Vertailulaboratorioiden ja yksityisten laitevalmistajien yhteistyö (esim. uusien teknologioiden soveltuvuuden arviointi) nousi tärkeimmäksi ja vaikuttavimmaksi heikoksi signaaliksi (ks. Kuva 7). Heikon signaalin teoriaan kuuluu myös se, että signaaleihin ajoissa reagoimalla voidaan luoda kilpailuetua. Ottaen huomioon tämän tutkimuksen muut tulokset, jotka puhuvat samansuuntaisesti, tässä voisi olla yksi mahdollisuus: luoda rakenteet ja edellytykset sille, että vahvistetaan sellaista innovaatioita luovaa ekosysteemiä, jossa tavoitteena on ympäristömittaus-toiminnan ja osaamisen vienti.

Toiseksi nousi *metrologian, mittaustuloksen oikeellisuuden, korostuminen referenssiarvon rinnalla*. Esimerkiksi elintarvikealalla on käynnistetty Euroopan laajuinen 17 maan projekti (Metrofood project), jossa on tarkoitus kiinnittää huomiota vertailumittausten lisäksi mittausten oikeellisuuteen (Pilottihaastattelun yhteenvetomuistio, Myllylä 2018a). Jos tätä vertaa nykytilan analyysin yhteydessä esitettyyn käsiteläävöön Metrologia–vertailulaboratoriotoiminta–akkreditointi (ks. Kuva 4), tämän voisi ajatella viittaavaan juuri metrologian roolin vahvistamiseen.

Heikkoon signaaliin *Kansainväliset vertailulaboratoriot ottavat yhä suuremman roolin* on kiinnitettävä huomiota. Tutkimushankkeen tulokset näyttävät voittopuolisesti tukevan julkisesti rahoitetun kansallisen vertailulaboratoriotoiminnan asemaa myös tulevaisuudessa (ks. esim. tämän raportin kohta 5.9. Organisointi ja rahoitus). Tämän heikon signaalin kehittymiseen on kuitenkin syytä kiinnittää vahvaa huomiota. Miten esimerkiksi kansainväliset toimijat, jotka harjoittavat Suomessa ympäristömittaus-toimintaa, hoitavat mittausten vertailulaboratoriovelvoitteet? Suomessa vai ulkomailla, yksityisissä vai kansallisissa laboratorioissa? Mitkä tekijät vaikuttavat vertailulaboratorion valintaan?

Kuva 6. Ympäristömittausten vertailulaboratoriotoiminnassa huomioitavat heikot signaalit.



Tulokset Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella, vastaajia 21. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1-5, jossa 1=ei vaikuttava, 2=vähän vaikuttava, 3=kohtalaisen vaikuttava, 4=melko vaikuttava, 5=erittäin vaikuttava.)

Villit kortit. Toteutuessaan vahvimmin ympäristömittausten vertailulaboratoriotoimintaan vaikuttaa viljeistä korteista *ympäristökatastrofit* (ks. Kuva 7). Ympäristökatastrofit toistuvat usein viljeinä kortteina eri yhteyksissä. Ympäristökatastrofeja voivat olla esimerkiksi suuri öljyonnettomuus, ydinlaskeuma tai vaikkapa ympäristökatastrofi kaivostoiminnan yhteydessä.

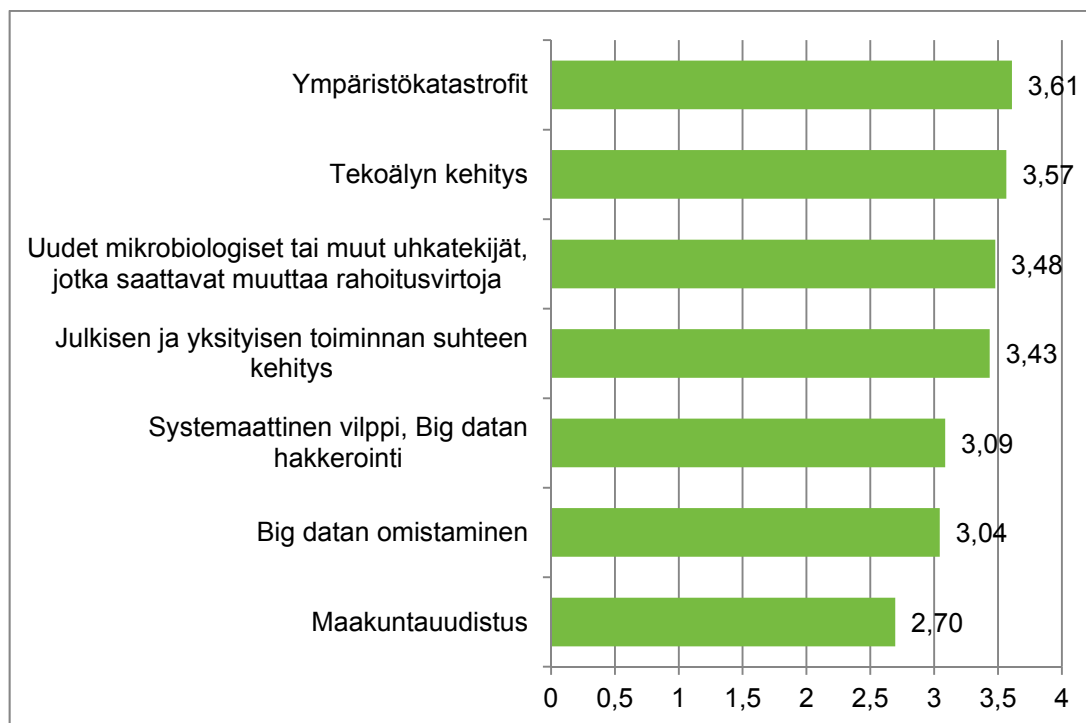
Tekoälyn kehitys nousee toiseksi todennäköisimmäksi villiksi kortiksi. Online-mittaamisen tulo myötä tietoa-aineistot kertyvät, ja tekoälylle voi tulla monenlaisia sovellusmahdollisuuksia, jotka haastavat nykyistä vertailulaboratoriotoimintaa. Näköpiirissä olevia kehityspiirteitä ovat erään panelistin haastattelun mukaan esimerkiksi se, että tekoäly ennakoii mittausjärjestelmän sensorien kuntoa ja voi ennakoida jonkin sensorin vioittumisen ja jopa kyetä korjaamaan sen itsenäisesti.

Uudet mikrobiologiset tai muut uhkatekijät saattavat muuttaa mittaustoimintaan liittyviä rahoitusvirtoja. Tässä yhteydessä tarkoitettiin esimerkiksi sitä, että uudet mikrobiologiset uhat voivat viedä äkisti mittaustoiminnan huomion ja resurssit johonkin tiettyyn mittaushaasteeseen. Tällöin resursseja ei välttämättä riitä muiden tärkeiden mittaushaasteiden seurantaan ja niihin liittyvän vertailulaboratoriotoiminnan ylläpitoon.

Julkisen ja yksityisen toiminnan suhteen kehitys voi vaikuttaa vertailulaboratoriotoimintaan merkittävästi. Haastatteluissa kommenteissa viitattiin lähinnä aluehallinnon vesinäytteenoton ja -analyysien kilpailutukseen. Vesinäytteiden mittaustoiminnan on katsottu antavan tukea myös vertailulaboratoriotoiminnalle. Aluehallinnon vesianalyysit ovat toimineet samaan tapaan kuin vertailulaboratoriota tukeva tutkimustoiminta tuoden välillisesti taloudellista perustaa myös vertailulaboratoriotoiminnalle. Jos vesianalyysit menevät kokonaan kilpailuille markki-

noille, herää panelistikommentin mukaan kysymys siitä, kuka maksaa vertailulaboratoriotoiminnan kulut. Osalle vastaajista julkisen ja yksityisen toiminnan suhteen kehitys on voinut tarkoittaa myös muita sisältöjä, mutta siitä ei ole tarkentavia panelistikommentteja.

Kuva 7. Ympäristömittausten vertailulaboratoriotoiminnassa vuoteen 2030 mahdollisesti vaikuttavia villejä kortteja.



Tulokset Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella, vastaajia 23. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1–5, jossa 1=ei vaikuttava, 2=vähän vaikuttava, 3=kohtalaisen vaikuttava, 4=melko vaikuttava, 5=erittäin vaikuttava.)

5.5 Radikaalien teknologioiden vaikutus

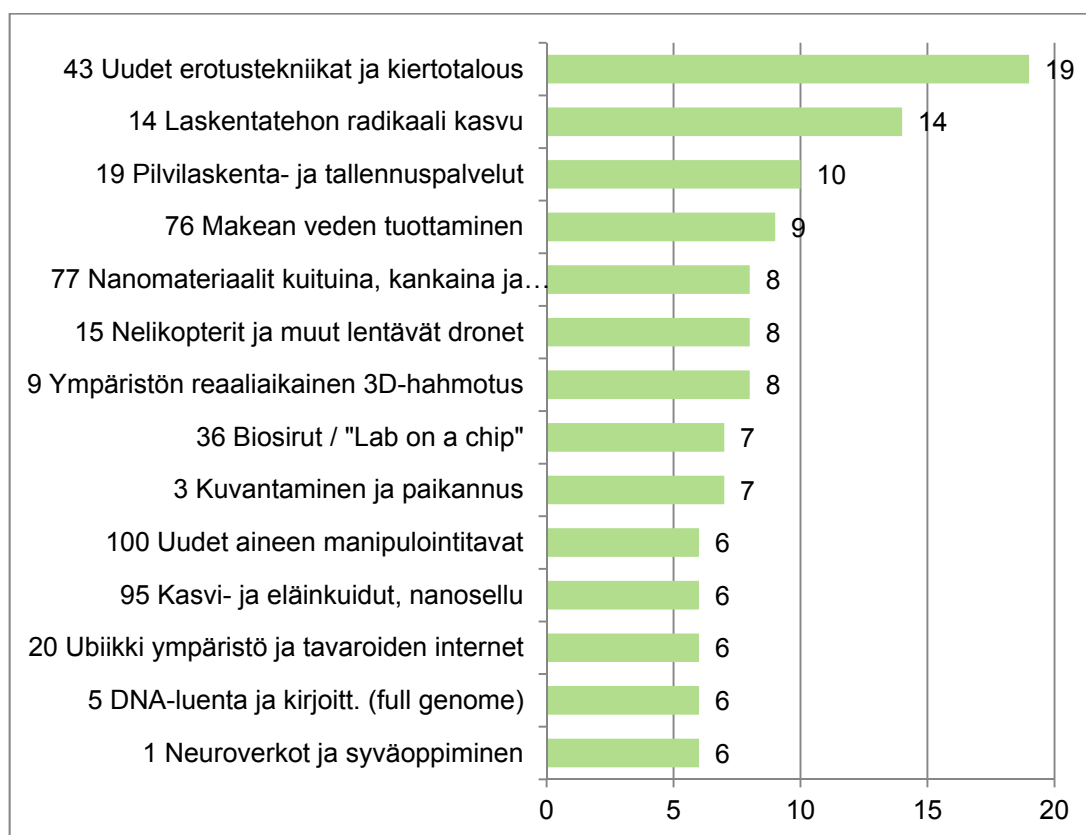
Risto Linturi ja Osmo Kuusi laativat eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle selvityksen radikaaleista teknologioista, jotka muuttavat yhteiskuntaa (Linturi & Kuusi 2018). Sitä varten he kävivät läpi 2000 teknologiaa tai teknologiakoria ja siivilöivät niistä 100 vuoteen 2037 mennessä vaikuttavinta teknologiaa. Nämä 100 teknologiaa laitettiin tärkeysjärjestykseen siten, että arvioitiin niiden kypsyysastetta indeksillä 1–7 ja vaikuttavuutta 20 arvonluontiverkostoon pisteillä 1–4. Vaikuttavuuspisteet laskettiin yhteen ja kerrottiin kypsyysasteella. Teknologian kypsyysasteella on siten suuri vaikutus lopulliseen merkittävyyteen.

Delfoi-paneelin 2. haastattelukierrokselle annettiin nämä 100 radikaalitekniologiaa arvioitavaksi ja pyydettiin valitsemaan 10 eniten vertailulaboratoriotoimintaan vaikuttavaa teknologiaa vuoteen 2030 mennessä. Seuraavassa on poimittu 14 eniten mainintoja saanutta teknologiaa, jotka edustavat noin 48 %:a kaikista vastauksista (ks. Kuva 9).

Selvästi eniten mainintoja saivat *uudet erotustekniikat ja kiertotalous*, sitten *laskentatehon radikaali kasvu*. Kolmantena tuli *pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut*. Näiden perusteella jo voidaan nähdä kiertotalouden sekä online-mittaamisen, digitalisaation kasvava rooli ja se, että vertailulaboratorioiden tehtävä on kyetä vastaamaan tähän kehitykseen.

Makean veden tuottaminen mainittiin neljäntenä. Veteen liittyvä osaaminen onkin suomalaisen erityisosaamisen alue ja vahvuus sekä tulevaisuuden kannalta arvioitu tärkeimmäksi arvontuotiverkostoksi, johon vertailulaboratoriotoimintaa on suunnattava ja jossa sen on oltava mukana (ks. kohta 5.8. Arvoverkot ja toimijoiden roolit). Veteen liittyvän arvoverkoston korostumista voidaan tosin kritisoida kysymystenasettelulla. Esimerkiksi ilmanlaatuun liittyvää arvoverkostoa ei kysytty erikseen vaan sen katsottiin kuuluvan useaan arvoverkostoon (esimerkiksi terveys, rakennukset, rakennettu ympäristö, teollisuustuotanto, energia) osana eikä se siksi luonnollisestikaan erikseen noussut esille siinä määrin, kuin se olisi voinut nousta erikseen kysyttäessä.

Kuva 8. Ympäristömittausten vertailulaboratoriotoimintaan eniten vaikuttavat teknologiat vuoteen 2030.



Tulokset on esitetty Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1.

Edellä kuvatuille neljälletoista vertailulaboratoriotoimintaan vaikuttavalle radikaalille teknologialle tehtiin tulevaisuusverstaassa niin sanottu Boston Consulting Groupin tuoteportfolio-analyysi. Ryhmään osallistui viisi henkeä. Osallistujien taustatahot olivat vertailulaboratorio tai muu laboratoriotoiminta, mittauslaitetointaja, valtionhallinto ja tulevaisuudentutkija (ks. tarkemmin Liite 1). Tulevaisuusverstaan työryhmä oli varsin yksimielinen sijoittaessaan teknologiakoreja analyysin mukaisesti nelikenttään (Kuva 9). Alun perin yrityskehittämiseen kehitettyä BCG-analyysiä sovellettiin tässä vertailulaboratoriotoimintaan, vaikkakin rahoitus tulisi pääasiassa valtiolta. Analyysillä haluttiin kiinnittää huomiota siihen, missä vertailulaboratorioiden

huomio teknologian suhteen pitäisi olla. Tulokset ovat luettavissa myös niin, että mainitut tulokset kuvaavat laajasti palveluliiketoimintaa tekevien yritysten teknologian sovellus- ja käyttöön-oton vaihetta. Tästä seuraa, että vertailulaboratorioiden on elettävä kehityksessä mukana.

Bostonin tuoteportfolioanalyysissä lähtökohta on, että tuotteilla on elinkaari (Hendersson 1970, Myllylä & Kaivo-oja 2015). Näin voidaan ajatella olevan myös teknologioilla ja niihin perustuvilla tuotteilla ja palveluilla. BCG-analyysin tuote-sanan tilalle voidaan vaihtaa tuoteryhmä, palvelu, teknologia, klusteri tai muu vastaava. Seuraavaa teorian tekstiä ei ole suoraan kohdennettu vertailulaboratoriokontekstiin. Esimerkiksi yksikään tässä tutkimuksessa mukana ollut vertailulaboratorio ei ollut yritys eikä tutkimuksen tulokset osoita, että näin toivottaisiin olevan tulevaisuudessakaan edes Delfoi-paneelin 2. haastattelukierrokseen osallistuneiden yritystoimijoidenkaan mielestä.

- **"Kysymysmerkki"** (aurion nousun ala, "start up"), kehityksessä oleva, sen markkinaosuus tai volyymi toimijan näkökulmasta on vähäinen, mutta kasvu nopeaa. Seuraavaksi tuote voi muuttua
- **"tähtituotteeksi"**. Sen markkinaosuus on suuri, se merkitsee toimijalle paljon, sen kasvunopeus on suuri. Tuote ei ole kuitenkaan vielä välttämättä tuottava, vaan vaatii ulkopuolista rahoitusta, kassavirtaa, jota tulee
- **"lypsylehmätuotteista"** (kassavirran lähteistä). Tähän kategoriaan kuuluvat tuotteet, klusterit tai toimiala, jotka ovat suuria, joiden markkinaosuus tai volyymi toimijan näkökulmasta on suuri. Kate on pientä, mutta volyymi tuottaa yritykselle tai alueelle sillä hetkellä tärkeimmän kassavirran mm. tähtituotteiden ja kysymysmerkkituotteiden kehittämiseksi. Tähtiklusterituotteet muuttuvat aikanaan lypsylehmätuotteiksi, jos kehitystoimia suunnataan oikein. Neljäntenä ryhmänä ovat
- **"lemmikit"** tai **"kulkukoirat"**, joiden markkinaosuus tai volyymi ja kasvunopeus on pientä. Oikeastaan näitä tuotteita ei pitäisi olla välttämättä olemassa, ne edustavat tuotteen elinkaaren päätä ja ajoissa luopuminen voisi olla perusteltua.

Tuoteportfolioteorian mukaan on siis oltava optimaalinen kassavirta ja oikea järjestys tuotteiden elinkaarelle, jotta yrityksen tai toimijan olemassaolo olisi turvattu. Optimaalisessa kassavirrassa lypsylehmien merkitys on ratkaiseva. Lypsylehmistä saatava ylijäämä on sijoitettava kysymysmerkkituotteisiin, jotka sitten kehittyvät tähtituotteiksi.

BCG-mallissa siis lypsylehmiin ja sijoituskohteiden analyysiin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Tuotteiden elinkaari kysymysmerkistä tähtituotteeksi ja edelleen lypsylehmäksi on yrityksen tai toimijan näkökulmasta menestysjärjestys. Mikäli taas kehityksen suunta kulkee kysymysmerkeistä tai lypsylehmistä lemmikeiksi tai tähtiklustereista kysymysmerkiksi, tietää tämä yritykselle tai toimijalle "tuhon tietä". Samaa voidaan sanoa alueesta, klusterista tms.

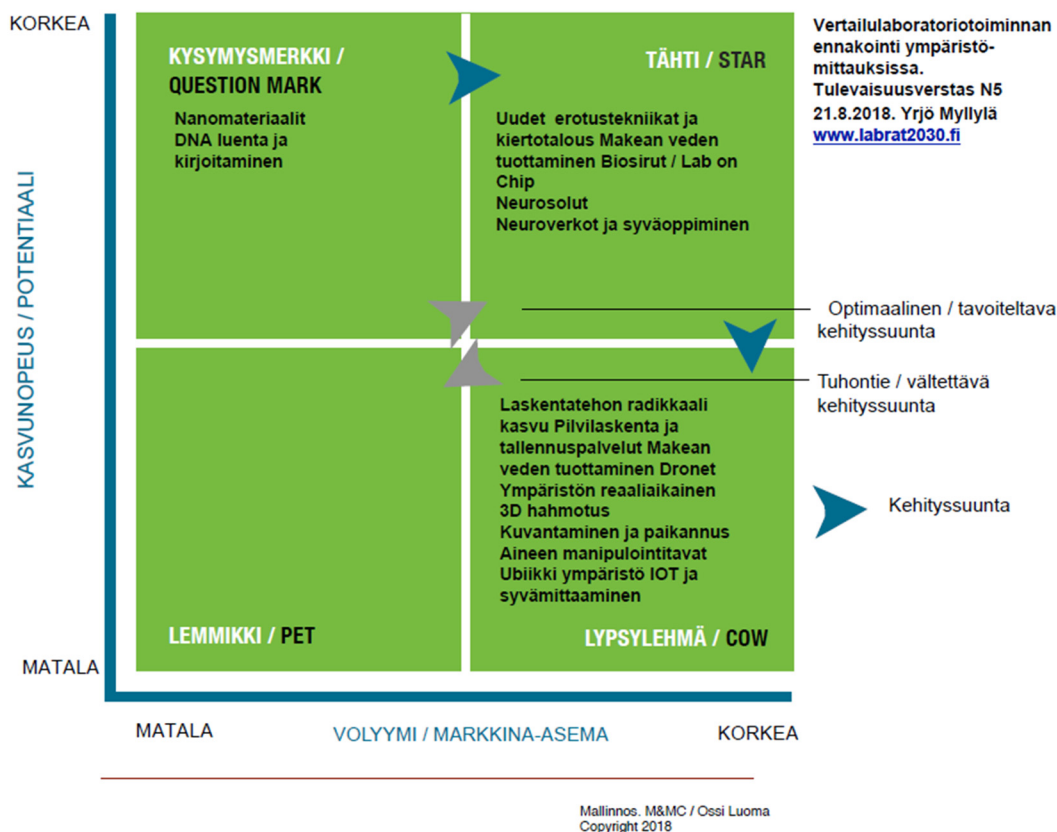
Analyysi ei itsessään johda menestykseen, eikä kysymysmerkkituote itsestään siirry tähtituotteeksi, vaan se vaatii pitkäjänteistä ponnistelua usein laajalla rintamalla, muutoin esimerkiksi aloitetut kehityshankkeet ja niihin satsaukset voit tulla voivat mennä hukkaan. Yhteisen tahtotilan selvittäminen osana prosessia on siten tärkeää – mikä on oikeasti mahdollista, mitä halutaan, mihin ollaan valmiita sitoutumaan?

Vuonna 2030 vertailulaboratorioiden näkökulmasta laajalle levinneitä, työllistäviä ja taloudellista ylijäämää tuottavia teknologioita ovat tulevaisuusverstaan mielestä selvimmin *laskentate-*

hon radikaali kasvu, pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut, makean veden tuottaminen, nelikopterit ja muut lentävät dronet, ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus, kuvantaminen ja paikannus, uudet tavaran/aineen manipuloitavat sekä ubiikki ympäristö ja esineiden internet.

Jotta edellä mainitut teknologiat olisivat vuonna 2030 tämän analyysin mukaisessa asemassa, tarvitaan juuri nyt niitä tukevia kehitystoimia. Samoin tähtituotteet eli nopeasti kasvavat ja jo suhteellisen laajalle levinneet teknologiat vuonna 2030 kaipaavat tämän päivän panostuksia. Välttämättä tähtituotteet eivät kaikin osin vielä ole tuottavia kasvupanostusten vuoksi. Tämän ryhmän tuotteita ovat *uudet erotustekniikat ja kiertotalous, biosirut tai Lab on chip -tekniikka, nanosellu sekä neuroverkot ja syväoppiminen*. Näiden teknologioiden tarkempi sisältö kuvattiin työryhmätyöskentelyssä Linturin ja Kuusen (2018) selvityksen mukaisesti.

Kuva 9. Boston Consulting Groupin (BCG) tuoteportfolioanalyysi ympäristömittausten vertailulaboratoriotoimintaan vaikuttavista radikaaleista teknologioista. Analyysi tehty Tulevaisuusverstaassa.



5.6 Disruptio- ja liiketoimintojen häirintäpotentiaali

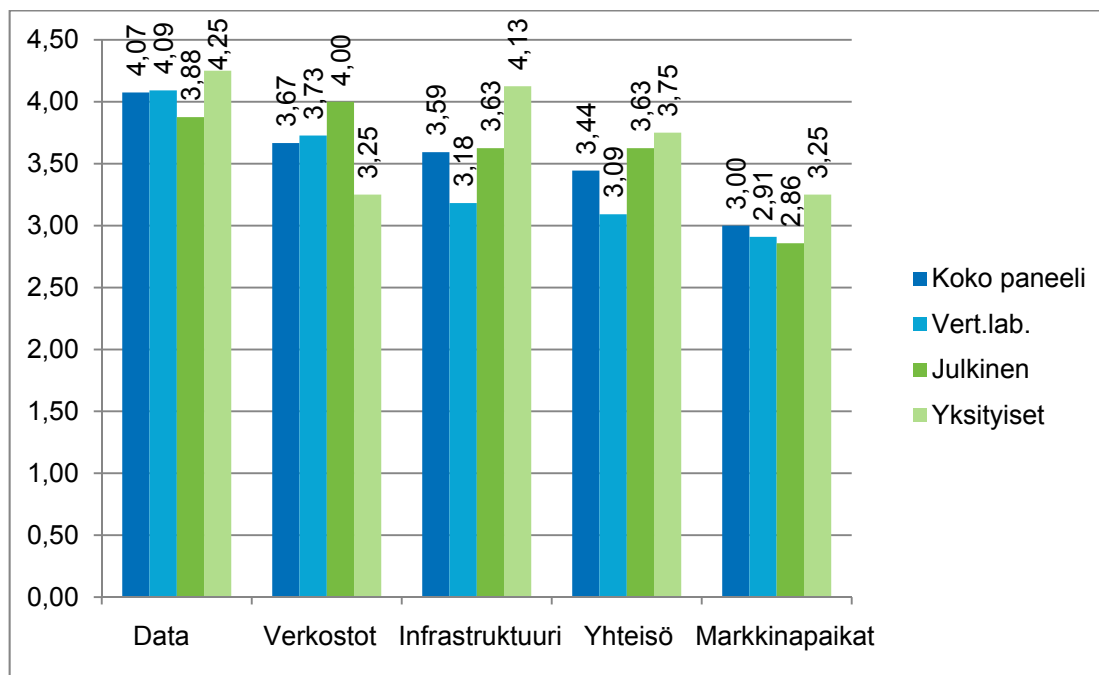
Nykykielenkäytössä ”disruptiolla” tarkoitetaan ilmiötä, jossa esimerkiksi jokin uuteen teknologiin perustuva innovaatio haastaa toimialan perinteiset toimintatavat. On puhuttu muun muassa digitaalisuuden aiheuttamasta disruptiosta. Disruptio- eli häirintäpotentiaalilla tarkoitetaan markkinoilla toimivien yritysten ja muidenkin toimijoiden mahdollista radikaalia tapaa haastaa toisia markkinoiden toimijoita täysin uusilla liiketoimintastrategioilla ja -malleilla ja -taktiikoilla. Ennakkoluuloton liiketoiminnan kehittäminen liitetään nykyään erityisesti myös alustatalouden toimintamallien ketterään hallintaan ja kehittämiseen (Kaivo-oja & Lauraeus 2018).

Alustatalouden kehityksessä on tunnistettu viisi osa-aluetta (ks. Choudary 2015), joissa muutoksia kannattaa seurata, jotta voi ennakoida kehitystä mahdolliseen alustatalouden suuntaan. Ne ovat (1) data, (2) verkostot, (3) infrastruktuuri, (4) yhteisö(t) ja (5) markkinapaikat. Dataan liittyy muun muassa seuraavia kysymyksiä: Mistä data kerätään? Missä data kerätään? Kuka datan omistaa (vrt. EU Avoimen datan strategia ja Suomen avoimen datan palvelu www.avoindata.fi)? Lisäksi oleellista on esimerkiksi datan luotettavuus (myös kyberturvallisuusmielessä), saatavuus ja jaettavuus esimerkiksi koneluettavassa muodossa, sekä datan harmonisointi. Verkostot toimivat usein hierarkioiden ja markkinoiden välissä, ja ne ovat vähän formaalimpia kuin yhteisöt. Infrastruktuuriin liittyvät kysymykset Missä laboratoriot sijaitsevat? Ovatko ne kiinteitä vai mobiileja? yms. Yhteisö on jokapäiväisen sosiaalisen vuorovaikutuksen yhteisö, joka käsittää muun muassa alihankinnan ja kehitysyhteistyön. Markkinapaikkoihin liittyvät kysymykset Missä tuotteet ostetaan? tai Missä ne myydään? Tässä tarkastellaan yleensä laboratoriotointa ympäristömittauksissa. Laboratoriotoinnin kehityksellä toimintamallien osalta on myös välillistä vaikutusta vertailulaboratoriotointaan.

Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksen arvion mukaan vuoteen 2030 mennessä eniten (vähintään melko paljon) ympäristömittauksissa on tapahtumassa toimintatavan muutoksia *datan keräyksessä*, toiseksi *verkostoissa* ja kolmanneksi *laboratorioinfrastruktuurissa*. Osa intressiryhmistä näkee muutoksia myös *yhteisössä*. Sen sijaan *markkinapaikoissa* yllättäen ei nähdä merkittäviä muutoksia (Kuva 10).

Tämän kysymyksen paneelin vastaukset käsiteltiin kolmessa eri intressiryhmässä. Ryhmät olivat vertailulaboratoriot, yksityiset toimijat ja julkiset toimijat. Datan keräämisessä julkisen ryhmän toimijat näkevät hieman vähemmän muutosta kuin yksityiset tai vertailulaboratoriot, erot eivät ole kovin suuria. Verkostoissa sen sijaan julkiset toimijat näkevät tapahtuvan selvästi enemmän muutosta vuoteen 2030 mennessä kuin mitä yksityiset toimijat näkevät. Tämä voisi selittyä myös sillä, että toimijat painottavat muutoksia oman toimintansa kannalta, jolloin tämä indikoisi, että julkisen puolen toimijoilla olisi suurimmat verkostoitumisen muutospaineet. Infrastruktuurin muutosten osalta erot ovat suuret yksityisten ja vertailulaboratoriotoinijoiden näkemyksissä. Tätä eroavaisuutta olisi syytä pohtia tarkemmin. Voisiko tämä johtua siitä, että vertailulaboratoriot haluavat nähdä tilanteen säilyvän mahdollisimman ennallaan, mutta yksityiset näkevät muutoksen tulevan? Yhteisössä vastaavasti yksityiset ja julkiset toimijat näkevät enemmän muutosta kuin vertailulaboratoriot. Markkinapaikoissa yksityiset toimijat näkevät eniten muutosta, vaikkakaan painoarvoindeksi ei yllä melko paljon -tasolle vaan jää kohtalaisen paljon muutosta -tasolle.

Kuva 10. Disruptiiviset toimintamallit ympäristömittausten vertailulaboratorio-toiminnassa.



Tulokset on esitetty Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1–5, jossa 1=ei muutosta, 2=vähän muutosta, 3=kohtalaisen paljon muutosta, 4=melko paljon muutosta, 5=erittäin paljon muutosta.)

Data. Panelistit näkivät eniten muutoksia *dataan* liittyen. Tiedon keruu muuttuu reaaliaikaiseksi. Alustatalouden ideassa nähtiin keskeistä olevan data ja sen myynti. Dataa kerätään paljon ja uudella tavoin. Sensoreita voi olla esimerkiksi harvestereissa tai katulyhydyissä. Julkisten tietovarantojen avaaminen osana Euroopan yhteisön avoimen datan politiikkaa tuo lisää mahdollisuuksia. Myös kansalaishavainnointi tulee vahvasti mukaan. Vertailulaboratoriolle kehityskulku asettaa haasteen siirtyä yksittäisen mittauslaitteen ja tapahtuman laadun arvioinnista järjestelmäkohtaiseen laadun arviointiin. Lisäksi on syytä määritellä huolellisesti, datan alkuperä ja omistus. Tekoälyllä tulee olemaan kasvava rooli muun muassa mittausjärjestelmien laadun valvonnassa ja massadatan hyödyntämisessä. Näköpiirissä on, että myös haku-koneyhtiöt ja muut vastaavat yritykset tulevat ympäristötietomarkkinoille. Ne tarjoavat paikkaan sidottuja ympäristön tilatietoon liittyviä palveluita hakemalla kohteesta kaiken Internetissä saatavilla olevan tiedon.

Verkostot. Toiseksi eniten muutosta nähtiin *verkostoissa*. Valtioiden rajat eivät ole enää määrittäviä. Verkostojen kautta haastetaan nykyisiä valtiollisia toimijoita. Suomessakin on kansainvälisiä ympäristömittausalan yrityksiä, joilla on toimintaa 50 maassa. Muutos on kiihtyvää. Esimerkiksi hakukoneyhtiöt voivat tulla tuottamaan esimerkiksi sääpalveluja ja palkkaamaan meteorologit mallintamaan dataa säätietoa varten. Vertailulaboratorioiden tulee avautua aiempien yhteisöisten verkostojen ulkopuolelle.

Infrastrukturi. Kolmanneksi eniten muutosta nähtiin tulevaisuudessa *infrastruktuurissa*. Laboratorio-käsitteen arvellaan muuttuvan erityisesti datan merkityksen korostuessa. Laboratorioiden mobiilisuus tulee tärkeäksi. Esimerkiksi yritysten kehitystä tuettaessa olisi luotava teollisen mittakaavan testausolosuhteita esimerkiksi suoraan kaivoksille. Jossakin tapauksessa myös vertailulaboratorioilta voidaan edellyttää liikkuvuutta, jos tarve on nopea ja paikkasidonnainen.

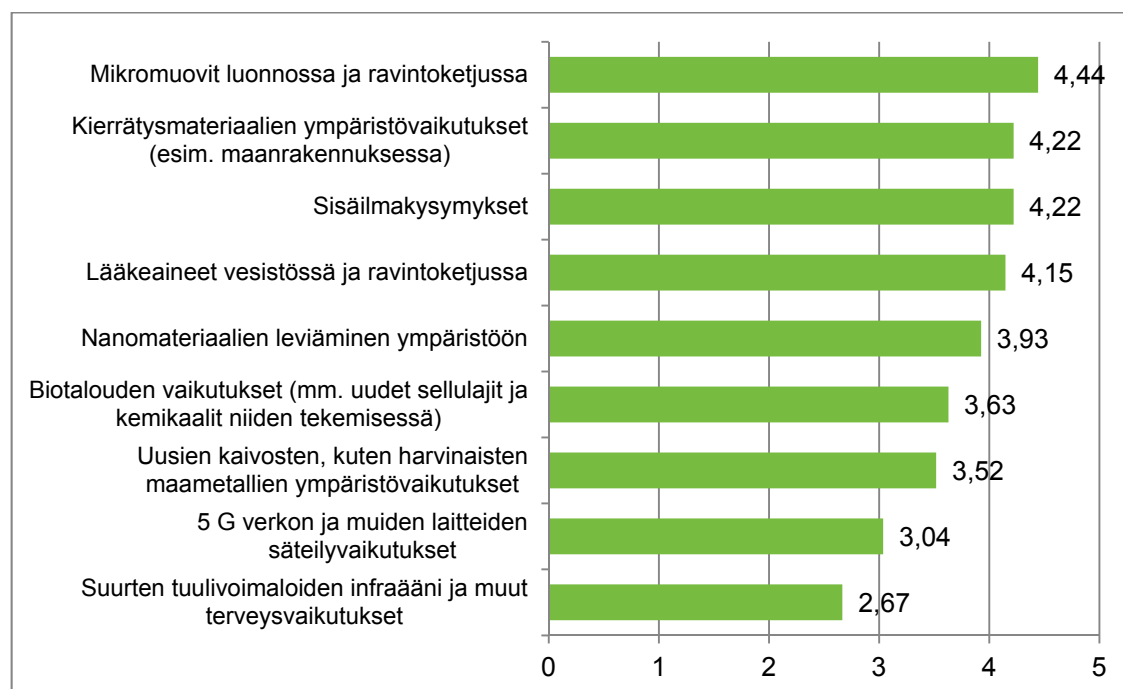
Perinteisiä laboratorioinfrastruktuureja voi hävitä. Markkina-alueiden ja mittaustoiminnan eri vaiheiden sijoittuminen maantieteellisesti jopa eri maanosiin vaikuttaa infrastruktuuriin osaltaan. Mittaustulosten lisäksi tietoihin siitä, millaisilla laitteilla ja millaisissa olosuhteissa tieto on kerätty, on kiinnitettävä suurta huomiota, jotta tieto olisi käyttökelpoista jatkossa.

5.7 Vertailulaboratorioiden tehtävien kehitys

Toimintaympäristön muutosanalyysin ja myös SWOT-analyysin mukaan uudet mitattavat vaikuttavat vertailulaboratoriotoimintaan muodostaen merkittävän mahdollisuuden. Pilottihaastattelussa eli Delfoi-paneelin 1. haastattelukierroksella nostettuja uusien mitattavien teemoja testattiin Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksella. Tähän kysymykseen saatiin vastaukset 27 panelistilta. Paneeli ja sen intressiryhmät on esitelty liitteenä (Liite 1).

Uusia ympäristöalan mittauskohteita, joihin vertailulaboratorioiden on tärkeää tarttua, ovat erityisesti *mikromuovit luonnossa ja ravintoketjussa*. Tämä sai lähes ”erittäin tärkeän” painoarvon (Kuva 11). Tärkeyden korostumiseen saattoi vaikuttaa jonkun verran asian saama suuri viimeaikainen julkisuus. Toiseksi esille nousi *kierrätysmateriaalien ympäristövaikutukset* (esim. maanrakennuksessa). Kolmanneksi käytännössä samalla painoarvolla nousi *sisäilma-kysymykset* ja neljänneksi *lääkeaineet vesistöissä ja ravintoketjussa*. Kommenteissa todettiin tosin, että viimeksi mainitun osalta seuranta ja tutkimus ovat jo pitkällä. *Nanomateriaalien leviäminen ympäristöön* nousi viidenneksi. Toisaalta esimerkiksi sellunvalmistukseen liittyviä nanomateriaaleja ei välttämättä nähty suurena uhkana, jos ne ovat biologisperäisiä. *Biotalouden vaikutuksilla* tarkoitettiin esimerkiksi uusia sellulajeja ja uusia kemikaaleja niiden tekemisessä. *Uusien kaivosten, kuten harvinaisten maametallien vuoksi perustettujen, ympäristövaikutukset* nousi viimeiseksi painoarvoltaan melko tärkeäksi mittauskohteeksi.

Kuva 11. Tärkeimmät uudet mittauskohteet ympäristömittausten vertailulaboratorio-toiminnassa vuoteen 2030.



Tulokset on esitetty Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella, vastaajia 27. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1–5, jossa 1=ei tärkeä, 2=vähän tärkeä, 3=kohtalaisen tärkeä, 4=melko tärkeä, 5=erittäin tärkeä.)

Delfoi-panelistien mukaan toivotussa ja mahdollisessa tulevaisuudessa vertailulaboratorioiden työpanosta täytyy lisätä etenkin viestinnällisissä, koulutuksellisissa ja konsultoivissa tehtävissä sekä myös kansainvälisessä osallistumisessa ja tapahtumien järjestämisessä (Kuva 12). Osa tehtävistä on saman sisältöisiä, vaikka ne on kuvattu eri termein. Lähtökohtana oli, että testauksessa olivat vertailulaboratorioiden itsensä ilmoittavat tehtäväkuvaukset Oikarin (2009) raportin mukaan.

Kuva 12. Vertailulaboratorioiden ympäristömittaustehtävien kehitys vuoteen 2030.



Tulokset on esitetty Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella, vastaajia 29. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Vastausvaihtoehdot -- -- / - 2 = vähenee tuntuvasti, -- / - 1 = vähenee hieman, 0 = säilyy ennallaan, + / 1 = kasvaa hieman, + + / 2 = kasvaa tuntuvasti.)

5.8 Arververkot ja toimijoiden roolit

Vertailulaboratoriot ovat osa laajempaa ekosysteemiä, erilaisia arververkoja, joissa on muitakin toimijoita, jotka tuottavat lisäarvoa eri asiakasryhmille ja myös panosten ja tuotteiden välillä loppukäyttäjille. Panelistit antoivat Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksella painoarvoja selaisille arververkoille, joihin vertailulaboratoriotoiminnan tulisi ennen muuta liittyä vuonna 2030. Arververkko määriteltiin kysymyksen yhteydessä seuraavasti:

”Jokainen yhteisö joutuu menestyäkseen hallitsemaan, tiedostamattaan tai tietoisesti, oman toimintansa ja toimintaympäristönsä arverketjuja sekä näissä toimivien henkilöiden ja yhteisöjen muodostamia verkkoja. Termi *arververkko* kuvaa erilaisia taustoja, osaamista ja rooleja omaavien monien toimijoiden muodostamaa toiminnallista kokonaisuutta. Verkostoituminen perustuu kumppanuuteen, jossa tavoitteita, prosesseja ja ansaintalogiikkaa sovitetaan yhteen. Arververkoissa osaaminen, toiminta ja kysyntään vastaaminen verkostoituvat uudella kaikille mukanaoleville toimijoille lisäarvoa tuottavalla tavalla. Arververkot muuttuvat jatkuvasti.” (Karjula & Myllylä, VNK 12/2006.)

Edellä esitetty määrittely arververkolle on yksi monista määritelmistä, mutta se kuvastaa edelleen varsin hyvin arververkkojen perusluonnetta ja merkitystä kansantaloudessa. Olennaista arververkoissa on se, että ne koostuvat tuotteiden ja palveluiden tarjoajista, ostajista ja välittäjistä. Jokaiselle toimijalle arververkosta syntyy arvoa arververkossa toimimisesta – etenkin jos ne pystyvät konkretisoimaan asiakkaille sitä, mitä palveludominoiva logiikka (Service Dominant Logic) merkitsee heille arververkostossa (ks. Vargo & Lusch 2008, 2011, Tikka & Gävert 2014). Kun keskustellaan tulevaisuuden merkittävistä arververkoista, kestävä kehityksen haasteet ja tavoitteet on hyvä muistaa ja pitää mielessä, koska kestävä kehityksen turvaavat tuotteet ja palvelut tulevat muokkaamaan ja määräämään uudelleen globaalien arververkkojen perusluonnetta ja toimintaa (ks. Kuusi & Kaivo-oja 2018).

Palvelu- ja ratkaisuperustaisen liiketoiminnan ansaintalogiikat on aina järkevää kytkeä arververkkojen analyysiin. Usein arvon luonti, tuottaminen ja jakaminen voi käytännössä tapahtua yhdessä relevanttien yhteistyökumppaneiden kanssa. Tyypillisimpiä yhteistyökumppaneita arververkostoissa ovat alihankintaverkostojen toimijat, välipanosten toimittajat, asiakkaat ja asiakasverkostot. Luotettavien mittauspalveluiden tuottajat ja tarjoajat omaavat oman asemansa arvonaluonnissa.

Kuva 13 kuvaa tärkeimpiä arververkoja. Arververkkojen määrittelyssä on huomioitu kestävä kehityksen tavoitteet ja niiden merkityksen odotettu kasvu tulevaisuudessa (Kuusi & Kaivo-oja 2018). Tämän oletuksen taustalla on erityisesti ilmastonmuutos ja isot riskitekijät, kuten geeni- ja bioteknologian kehitys, ydinvoimatuotantoon liittyvät riskit, ja muut epävarmuutta lisäävät yhteiskunnalliset tekijät, kuten terrorismi ja organisoitunut rikollisuus. Nämä tekijät ja erityisesti ilmastonmuutos on keskeinen ajuri monien edellä kuvattujen arververkostojen kasvavan merkityksen osalta. Ilmastonmuutosta ei ole erikseen otettu omaksi arververkostokseen, koska se on vaikutusketjuiltaan niin kokonaisvaltainen. Se kytkeytyy lähes jokaiseen arververkkoon. Sama pätee ilmanlaatuun koskeviin kysymyksiin. Ilmanlaatuksymykset liittyvät useisiin tarkastelun kohteena oleviin arververkkoihin (esimerkiksi terveys, rakennettu ympäristö, teollisuus, energia). Kaupungistumisen myötä ilmanlaatuksymykset tulevat yhä tärkeimmiksi muun muassa maailman suurkaupungeissa. Ilmastonmuutoksen hillitseminen edellyttää päästöjen seurantaa, mikä puolestaan korostaa ilmanlaatuun liittyvien mittausten merkitystä.

Seuraavia arvoverkkoja voidaan pitää vähintään melko tärkeinä vertailulaboratoriotoiminnan kannalta (Kuva 13). Tärkeimpänä pidetään *vesivarojen käyttöä*. Tämä on linjassa myös sen kanssa, että tulevaisuudentutkijat ovat nähneet yhdeksi maailman suurimmaksi tulevaisuuden haasteeksi puhtaan veden saannin (mm. Millennium-projektin mukaan <http://www.millennium-project.org/>). Tässä olisikin hyvä nähdä suomalaisia erityisvahvuuksia myös vertailulaboratoriotoiminnan osaamisen tarjoamiseksi kansainväliseen käyttöön. Toiseksi tärkeimmäksi arvoverkoksi määriteltiin *terveys*. Ympäristömittaus liittyy yhä enemmän ihmisen terveyden turvaamiseen. Ihmisten terveyden ja henkilökohtaisen hyvinvoinnin arvostus etenevät, ja siten mitaustoiminnan kytkeminen yhä enemmän terveysklusteriin on perusteltua. *Materiaalit* saivat kolmanneksi tärkeimmän arvoverkkopainotuksen.

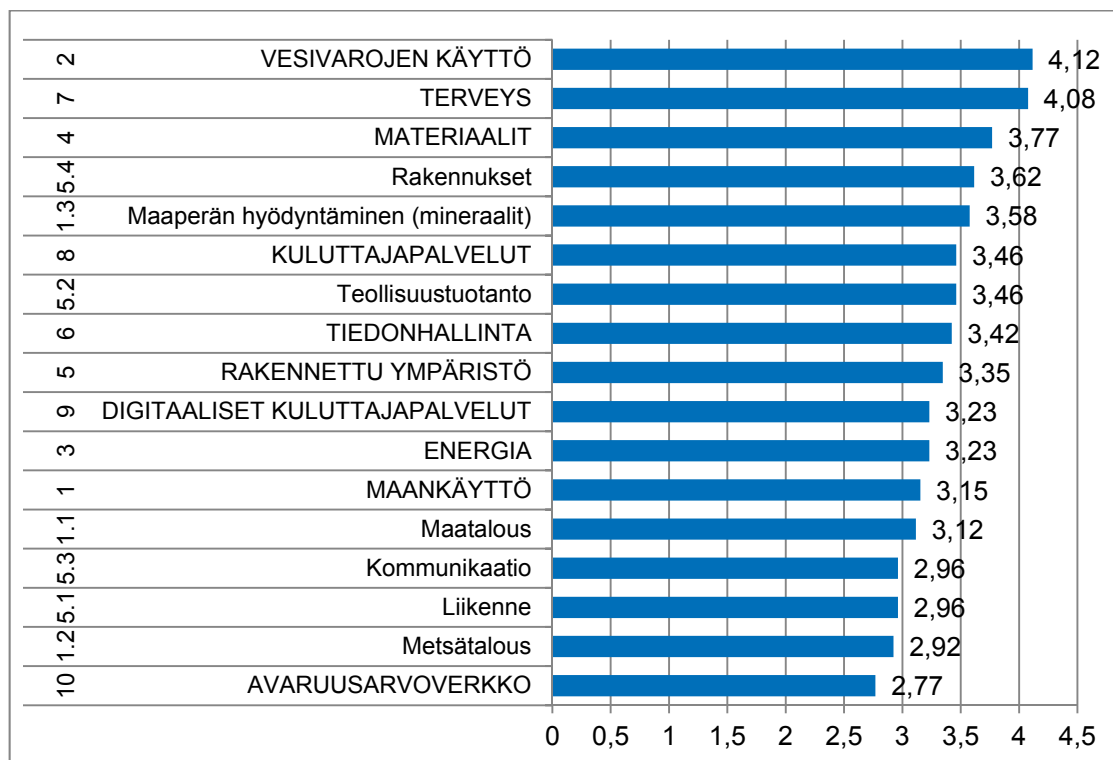
Rakennukset ja rakennettu ympäristö saivat neljänneksi tärkeimmän sijan arvoverkkoina, joihin vertailulaboratoriotoiminnan tulisi vuonna 2030 kuulua. Kaupungistumisen trendi on Suomessa ollut nopeaa, ja on ymmärrettävää, että mitaustoiminta ja siihen liittyvä laadunvarmistus muun muassa vertailulaboratoriotoimintoina ei ole pysynyt täysin kehityksessä mukana. Rakennetun ympäristön merkitystä halutaan korostaa, ja siihen liittyy muun muassa sisäilmakysymys.

Maaperän hyödyntäminen on viidenneksi tärkein osa-alue vertailtavien arvoverkkojen joukossa. Uusi ympäristöystävällisenä pidetty teknologia osaltaan kysyy kasvavassa määrin maaperämme tuotteita, muun muassa harvinaisia maametalleja perinteisten metallien ja mineraalien lisäksi. Näihin liittyy ympäristön tilan seurantarpeita.

Kuluttajapalveluiden merkitys kasvaa muun muassa kansainvälisen verkkokaupan myötä. On tärkeää seurata kansainvälisen verkkokaupan kautta tulevia ympäristöterveydellisiä uhkia. Panelistien kommentoissa tällä tarkoitettiin esimerkiksi tuotteiden turvallisuutta vaikkapa niissä käytettyjen kemikaalien osalta. Teollisuustuotanto säilyy tärkeänä arvoverkkona. Kun ajatellaan tässäkin yhteydessä Suomen maantiedettä ja runsaita luonnonvaroja, on oletettavaa, että teollisuustuotannon merkitys ei vähene vaikka sen suora työllistävä osuus vähenisi muun muassa tuotannon tehostumisen myötä. Esimerkiksi metsäteollisuuden merkitys säilynee tärkeänä jatkossakin. Usein palvelut, kuten ympäristömittauspalvelut, ovat riippuvaisia teollisuudesta ja sen toimeksiannoista.

Uudet ilmiöt usein jakavat panelistien mielipidettä. Näin oli esimerkiksi avaruusarvoverkon kohdalla. Jotkut vastaajat näkivät avaruusarvoverkon tärkeäksi, toiset vähemmän tärkeäksi. Avoin satelliittidatan tarjonta on monille uusi ilmiö, joka on lisäksi voimistumassa. Kaikki vastaajat eivät välttämättä ole hahmottaneet, että kuinka paljon esimerkiksi satelliittien kautta on saatavissa tietoa ja miten sitä voi hyödyntää ympäristömittauksissa.

Kuva 13. Tärkeimmät arvoverkot vuoteen 2030 ympäristömittausten vertailulaboratoriotoinninnan näkökulmasta.



Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksen perusteella, vastaajia 26–27. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1–5, jossa 1=ei tärkeä, 2=vähän tärkeä, 3=kohtalaisen tärkeä, 4=melko tärkeä, 5=erittäin tärkeä.)

Toimijoiden roolit

Tässä tutkimuksessa käytetään yhteistyöverkoston kokonaisuuden kuvaamiseen termiä ”innovaatioekosysteemi”. Vaihtoehtoisena terminä on ”arvonluontiverkosto”. Edellä mainitut käsitteet sisältävät ajatuksen, että toimijat työskentelevät yhteisen vision ja päämäärän hyväksi kukin omassa roolissaan. Seuraavassa esitetään keskeisten toimijoiden rooleja panelistien tuottaman roolituksen mukaisesti. Panelisteja pyydettiin antamaan kullekin toimijalle kolme tärkeintä roolia (Taulukko 2). Panelistit vastasivat tyypillisesti lyhyesti yhdellä tai muutamalla avainsanalla eikä yksittäisen avainsanalla mainitun roolin sisältöä yleensä kommenteissa avattu. Vastaukset voivat siten jättää tulkinnan varaa. Taulukossa esitettyjen avainsanojen tarkoitus on avata osaltaan keskustelua eri osapuolten mahdollisista tehtävistä tulevaisuudessa. Panelistit tarkastelivat vuoden 2030 toivomaansa ja mahdollisena pitämäänsä tilannetta nykytilan sijaan.

Taulukko 2. Ympäristömittausten innovaatioekosysteemin toimijoiden roolit vuonna 2030.

Tulokset Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksen perusteella. Luvut mainintojen määriä.

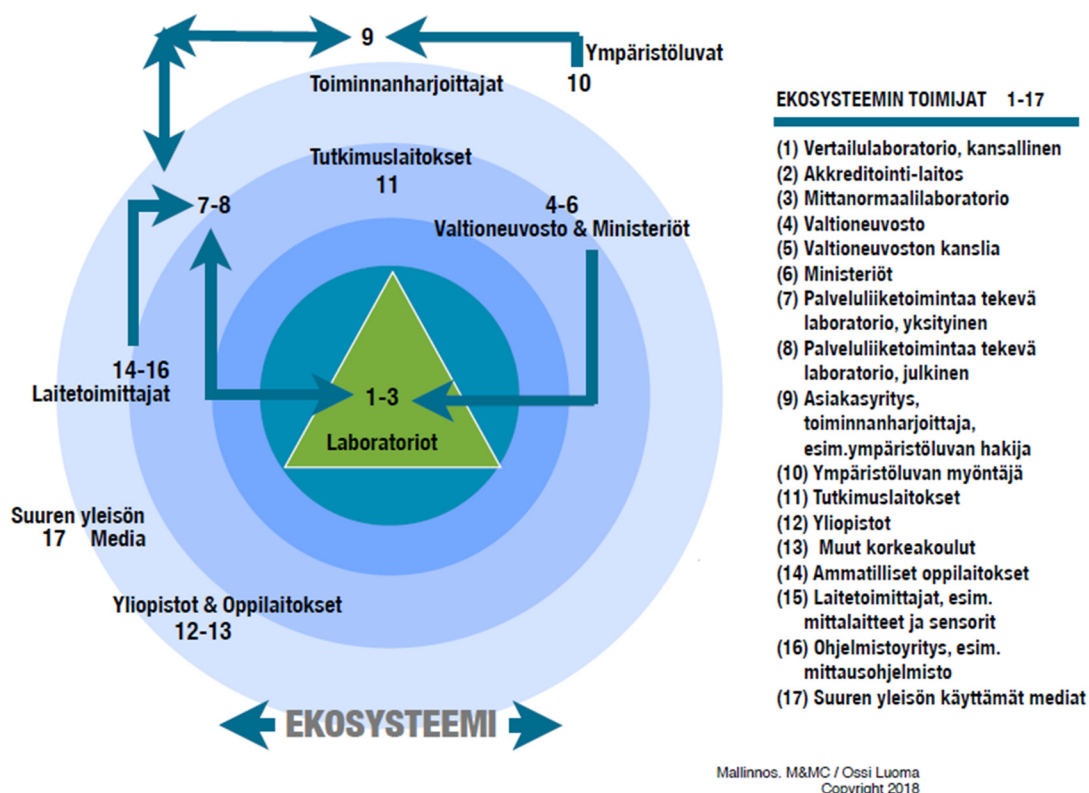
EKOSYSTEEMIN TOIMIJA	1. tehtävä	2. tehtävä	3. tehtävä	4.–5. tehtävä
1. Vertailulaboratorio, kansallinen	Laadun varmistus (8)	Luotettavan ja oikean tiedon tuottaminen (5)	Asiantuntija-apu ja koulutus (4)	Kansainvälinen seuranta (3); Validointi, jäljitettävyyys (1).
2. Akkreditointilaitos	Laadun varmistus (6)	Pätevyyden osoittaminen (3)	Toteaa tiettyjen ehtojen täytymisen (2)	Standardien "kääntäminen" Suomeen (2), osaajien varmistaminen (2)
3. Mittanormaallilaboratorio	Metrologinen jäljitettävyyys (5)	SI-yksiköiden ylläpito ja kehitys (3)	Kalibrointi ja mittausvälineiden luotettavuus (2)	Mittausepävarmuus mahdollisimman pieneksi (1)
4. Valtioneuvosto	Lainsäädäntö (10)	Resurssien varmistaminen (7)	Toimintalinjat, strategiat, poliittinen ohjaus (4)	
5. Valtioneuvoston kanslia	Resurssit, rahoitus (7)	Koordinaatio, toimintalinjat, ohjaus (6)	Säädöspohja, lainsäädäntö (4)	Valmistelu (2)
6. Ministeriöt	Resurssien varmistaminen (8)	Lainsäädäntö (valmistelu, päivittäminen) (7)	Koordinaatio, johtaminen, yhteistyö (3)	Toimeenpano (2), asiakkuus (1)
7. Palveluliiketoimintaa tekevä laboratorio, yksityinen	Tiedon tuottaminen, rutiinianalytiikka normien mukaisesti (8)	Palvelun tuottaja (lisäarvoa tuottava) (3)	Vertailulaboratorion asiakas (3)	
8. Palveluliiketoimintaa tekevä laboratorio, julkinen	Tiedon tuottaminen ja analyysit asiakkaalle (8)	Huoltovarmuuden ylläpito (4)	Vertailulaboratorion asiakas (3)	Tiedon jakaminen (1)
9. Asiakasyritys (esim. ympäristöluvan hakija)	Laboratoriopalvelujen ja tiedon käyttäjä /tuottaja (5)	Kaupantekijä, realisoi lisäarvon, välittäjäorganisaatio (2)	Luvan mukaisen toiminnan harjoittaminen ympäristön ja terveyden näkökulmasta (1)	Kommentointimahdollisuus säädöksiin ja ohjeisiin (1)
10. Ympäristöluvan myöntäjä	Vaatimusten täyttämisen valvonta (6)	Tiedon käyttäjä (3)	Asiakas vertailulaboratoriolle (1)	Lupa-asioiden käsittely (1)
11. Tutkimuslaitokset	Uuden ja objektiivisen tiedon tuottaminen (5)	Asiantuntija-apu mittalaitteiden ja menetelmien kehityksessä (4)	Vertailulaboratorioiden ylläpitäjä tai kumppani (2)	
12. Yliopistot	Perustutkimus (10)	Opetus (6)	Uusien laitteiden ja menetelmien kehittäminen. (3)	
13. Muut korkeakoulut	Osaajien koulutus (mm. metrologia) (8)	Tutkimustiedon tuottaminen (perus- ja soveltava, mittalaitteet) (7)	Laitetestaus, tutkimuslaitosten avustaminen, uudet mittalaitteet ja innovaatiot (4)	
14. Ammatilliset oppilaitokset	Osaajien koulutus ja opetus (10)	Menetelmä- ja mittalaittekehitys (2)	Mittaustekniikoiden ja menetelmien seuranta ja tiedon jakaminen (1)	
15. Laitetoimittaja (esim. mittalaitteet, sensorit)	Luotettavat laitteet ja (niiden) kaupallistaminen, asiakastarpeen ymmärtäminen (5)	Teknologiakehitys yhteistyössä ekosysteemin kanssa (4)	Huoltopalvelut, käyttötuki, kalibrointipalvelut (2)	
16. Ohjelmistoyritys (esim. mittausohjelmisto)	Ohjelmistokehitys (8)	Luotettavat työkalut lisäarvoa tekeville yrityksille (2)	Alihankkija laitevalmistajille (1)	
17. Suuren yleisön käyttämät mediat	Luotettava tiedon välitys, puuttuu huonon tiedon laatuun (6)	Tukee vertailulaboratoriotoimintaa (2)	Täydentävän tiedon keräys (1)	Viestii, että luottamus edellyttää oikeaa ja luotettavaa tietoa (1)

Panelisteilta kysyttiin, kuinka tärkeää on lisätä nykyisestä eri toimijoiden välistä yhteistyötä ympäristömittausten vertailulaboratoriotoiminnan ekosysteemissä niin, että tavoite laadukkaasta ja luotettavasta ympäristötilatiedosta toteutuisi vuonna 2030 ja se myös tukisi mahdollisimman hyvin elinkeinoelämän kilpailukykyä ja vientiä Suomesta. (Taulukko 3).

Erittäin tärkeää olisi lisätä vertailulaboratorioiden ja palveluliiketoimintaa tekevien laboratorioiden välistä yhteistyötä. Vertailulaboratoriot–Akkreditointilaitokset–Mittanormaalilaboratoriot -yhteistyön lisäämistä nykyisestä pidetään myös melko tärkeänä. Samoin vertailulaboratorioiden toivotaan lisäävän yhteistyötä ympäristöluvan hakijan, ympäristöluvan myöntäjän, tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen, laitetoimittajien sekä ohjelmistoyritysten kanssa.

Tulosten perusteella voidaan yrittää hahmottaa ja kuvata vertailulaboratoriotoiminnan innovaatioekosysteemiä ympäristömittauksissa esimerkiksi kuvan 14 tapaan. Malli on alustava malli aineiston pohjalta, jota voidaan kehittää hyödyntäen muun muassa taulukon 3 tuloksia.

Kuva 14. Vertailulaboratoriotoiminnan innovaatioekosysteemi ympäristömittauksissa. (Katso numerointi ja kuvaukset Taulukko 2.)



Taulukko 3. Ympäristömittausten innovaatioekosysteemin toimijoiden yhteistyön tiivistäminen.

Tulokset Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksen perusteella, vastaajia 8–10. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1–5, jossa 1=ei tärkeää, 2=vähän tärkeää, 3=kohtalaisen tärkeää, 4=melko tärkeää, 5=erittäin tärkeää.)

Kys 14	Vertailulaboratorio, kansallinen	Akkreditointi-laitos	Mittanormaallaboratorio	Valtioneuvosto	Valtioneuvoston kanslia	Ministeriöt	Palveluliiketoimintaa tekevä laboratorio, yksityisesti omistettu	Palveluliiketoimintaa tekevä laboratorio, julkisesti omistettu	Toiminnan harjoittaja (esim. ympäristöluvan hakija)	Ympäristöluvan myöntäjä (esim. tuleva Luova)	Tutkimuslaitokset ja yliopistot	Korkeakoulut	Ammatilliset oppilaitokset	Laittoimittaja (esim. mittalaitteet, sensorit)	Ohjelmistoyritys (esim. mittausohjelmisto)	Suuren yleisön käyttämä media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1																
2	4,08															
3	4,31	3,80														
4	2,77	2,40	2,64													
5	2,85	2,60	3,09	4,38												
6	3,92	3,20	3,64	4,25	4,25											
7	4,50	3,60	3,64	2,00	1,88	1,90										
8	4,50	3,60	3,73	2,38	1,88	2,00	3,20									
9	4,17	3,20	3,18	2,50	2,63	3,00	3,90	4,00								
10	4,00	3,50	3,55	3,00	3,13	3,50	3,70	3,70	4,10							
11	4,00	3,40	4,18	2,63	2,63	3,40	3,10	3,70	3,00	3,20						
12	4,00	3,20	4,00	2,38	2,63	3,30	3,20	3,70	3,00	3,00	4,50					
13	3,25	2,70	3,09	2,25	2,25	3,00	2,90	3,20	2,60	2,60	3,63	3,50				
14	3,92	3,70	3,55	2,13	2,00	2,00	3,60	3,60	3,30	2,90	3,38	3,25	2,88			
15	3,67	3,30	3,46	2,00	2,00	2,00	3,80	3,90	3,50	2,90	3,63	3,50	3,13	4,10		
16	2,83	2,20	3,00	2,88	3,38	3,40	2,00	2,40	2,50	3,30	2,88	2,50	2,38	2,80	1,89	

5.9 Organisointi ja rahoitus

Delfoi-paneelin annettiin arvioida eri vaihtoehtoja, miten vertailulaboratoriotoiminta ympäristömittauksissa tulisi tulevaisuudessa organisoida. Vaihtoehdot on esitetty kuvassa 16. Delfoi-paneelin mukaan vertailulaboratoriotoiminta kuuluisi organisoida nykyiseen tapaan ennen muuta *valtion tutkimuslaitosten yhteyteen*. Vertailulaboratorion panelistikommenteissa korostettiin vertailulaboratorioiden riippumattomuuden tärkeyttä ja toisaalta sitä, että toiminnalle saadaan riittävät ja jatkuvat resurssit. Lisäksi läheistä yhteistyötä viranomaispuolelle pidettiin tärkeänä. Nämä seikat puolustavat vertailulaboratorion sijoittamista valtion tutkimuslaitosten yhteyteen. Tätä vaihtoehtoa pidettiin erittäin potentiaalisena.

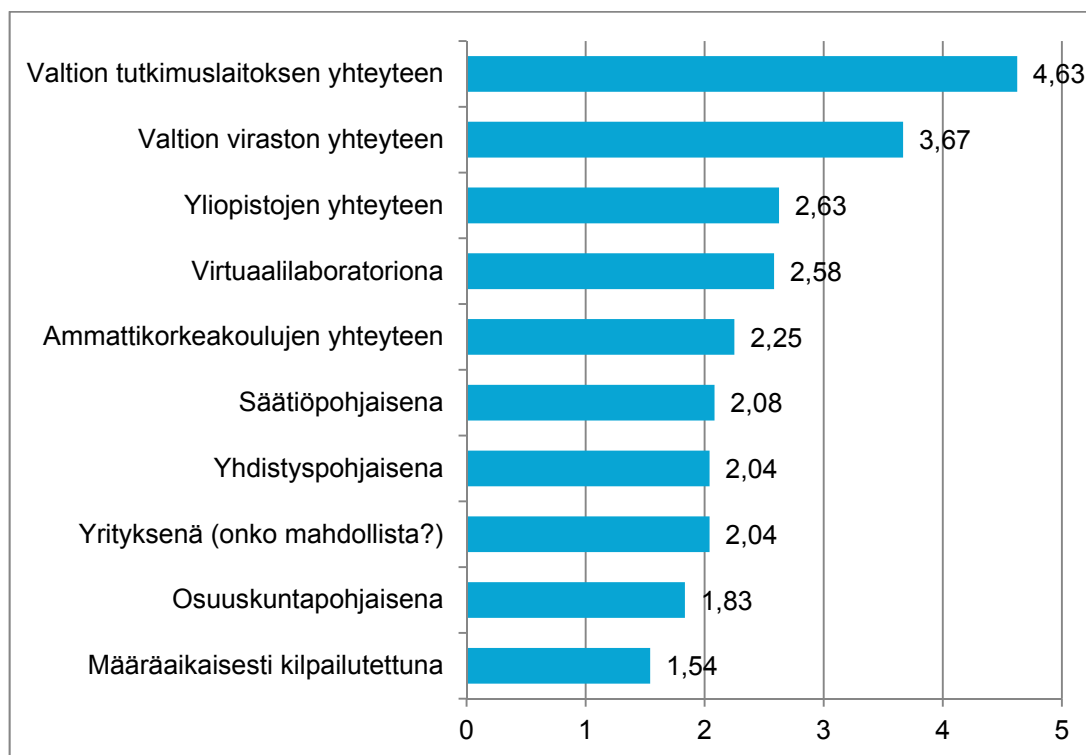
Melko potentiaalisena vaihtoehtona pidettiin vertailulaboratoriotoimintojen organisoimista *valtion viraston* yhteyteen. Valtion viraston yhteyteen sijoitettua vertailulaboratoriota pidettiin potentiaalisena muun muassa osaamisen ja infran puolesta. Kohtalaisen potentiaalisena pidettiin vertailulaboratoriotoiminnan organisoimista *yliopistojen yhteyteen* tai *virtuaalilaboratoriona*.

Muita kuin edellä mainittuja vertailulaboratorion organisointitapoja pidettiin vähän potentiaalisena (Kuva 15). *Virtuaalilaboratorio* ei saanut kovin paljon kannatusta. Virtuaalilaboratorion toimintamallissa vertailulaboratoriot voisivat olla fyysisesti erillään, mutta niillä olisi virtuaalinen yhteinen esikunta. Tällainen virtuaalilaboratorio voisi olla osakeyhtiö. Siellä voisi työskennellä esimerkiksi 10 henkilöä ja koordinaattori. Laboratorio olisi yhteistyön pyörittäjä. Laitteet ja henkilöstö tulisivat muualta. Markkinointi ja laitehankinnat hoidettaisiin sopimus pohjaisesti. Virtuaalilaboratoriomahdollisuutta kannattanee kuitenkin harkita vaihtoehtona pohdittaessa esimerkiksi sisäilmamittaamisen ja uusien monialaisten ilmiöiden ympärille muodostettavaa vertailulaboratoriotoimintaa.

Säätiö-, yhdistys- tai osuuskuntapohjaisuutta ei pidetty toimivana eikä *määräaikaisesti kilpailutettua* vertailulaboratoriota potentiaalisena. Kilpailutuksessa nähtiin haasteita vertailulaboratoriossa työskentelevien sitoutumisessa jatkuvaan osaamisen ylläpitoon ja kehittämiseen sekä osaajien sekä laitteiden ylläpidossa. Toisaalta panelistikommenteissa todetaan, että sosiaali- ja terveyshuollon puolella toimii osaksi asiakasrahoitteinen LABQUALITY-laatutalo (<https://www.labquality.fi>). LABQUALITYn toiminta liittyy kliinisen alueen koulutukseen, laadunarviointiin ja sertifiointitehtäviin merkittävästi suuremmalla kansallisella ja kansainvälisellä volyymilla kuin ympäristötoimialalla voidaan näillä näkymin saavuttaa.

Jatkuvuuden turvaaminen on keskeistä, ja kiinteä yhteys tutkimukseen on tärkeää. Olipa ratkaisu mikä tahansa, pitkäjänteisen rahoituksen turvaamista pidettiin tärkeänä, jotta voidaan ylläpitää tulevaisuuden tarpeita vastaavia toimintoja. Riippumattomuus ja asiakkaiden luottamus on varmistettava. Taloudelliset kytkökset ja eturistiriidat eivät saa haitata vertailulaboratorioiden toimintaa.

Kuva 15. Ympäristömittausten vertailulaboriotoiminnan organisointi.



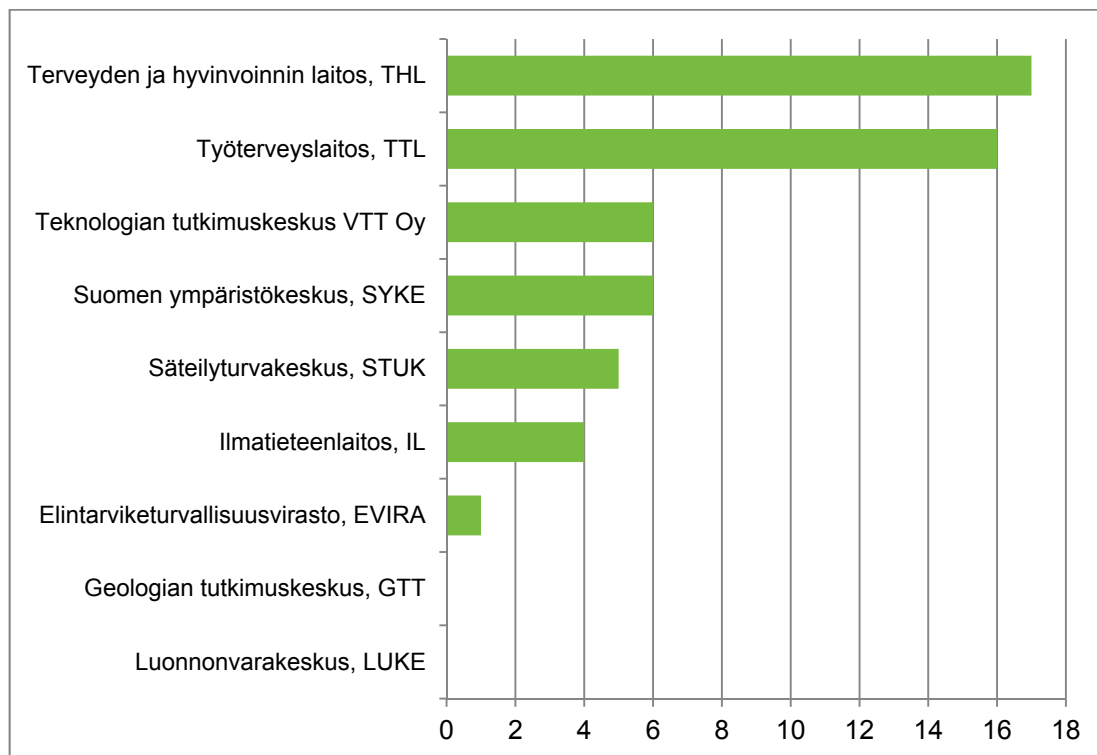
Tulokset on esitetty Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella, vastaajia 24. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1–5, jossa 1=ei potentiaallinen, 2=vähän potentiaallinen, 3=kohtalaisen potentiaallinen, 4=melko potentiaallinen, 5=erittäin potentiaallinen.)

Sisäilmamittaukset. Delfoi-prosessi toimii myös innovaatio- ja oppimisalustana. Sisäilmakysymys nousi teemana selkeästi esille Delfoi-paneelin 1. haastattelukierroksella. Tästä syystä se otettiin 2.kierroksen paneelin jatkotestattavaksi uudeksi mittauskohteeksi. Sisäilman laatuun liittyvän vertailulaboriotoiminnan vahvistamisen saadessa edelleen paneelilta kannatusta, kysyttiin, mitkä tahot voisivat toimia parhaiten tällaisen vertailulaboriotoiminnan ympäristönä. Vastaajien mukaan sisäilmamittausten vertailulaboriotoiminnan keskeisimmät koordinaatiokandidaatit ovat Terveystieteiden tutkimuskeskus THL ja Työterveyslaitos TTL (Kuva 16). Nämä vaihtoehdot saivat selvästi eniten mainintoja, kun vastaajia pyydettiin nimeämään kolme tärkeintä koordinaatitahoa sisäilmamittausten vertailulaboriotoiminnoille. Kolmanneksi eniten mainintoja saivat Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy ja Suomen ympäristökeskus (saman verran molemmat). Myös Säteilyturvakeskus ja Ilmatieteen laitos mainittiin useamman kerran.

Sisäilmakysymys on monitahoinen ilmiö, jota ei voi lähestyä pelkästään yhdestä näkökulmasta. Nykyisillä vertailulaboriotoimijoilla on paljon annettavaa myös sisäilmakysymyksiin. Koko sisäilma ilmiönä kaipaa kuitenkin samanaikaisesti perustutkimusta selvittämään, mihin mitattaviin vertailulaboriotoiminnan on kiinnitettävä huomiota.

Mittausten epäluotettavuudesta ainakin tiettyjen mittauskohteiden osalta, riittämättömyydestä ja harmonisoinnin puutteesta voi aiheutua yhteiskunnalle merkittäviä kustannuksia. Tulevaisuusverstaassa Uudet mitattavat -verstasryhmä loi vision vuodelle 2030, jossa Suomessa on toiminnassa kansallinen sisäilman vertailulaboratorio (Liite 3).

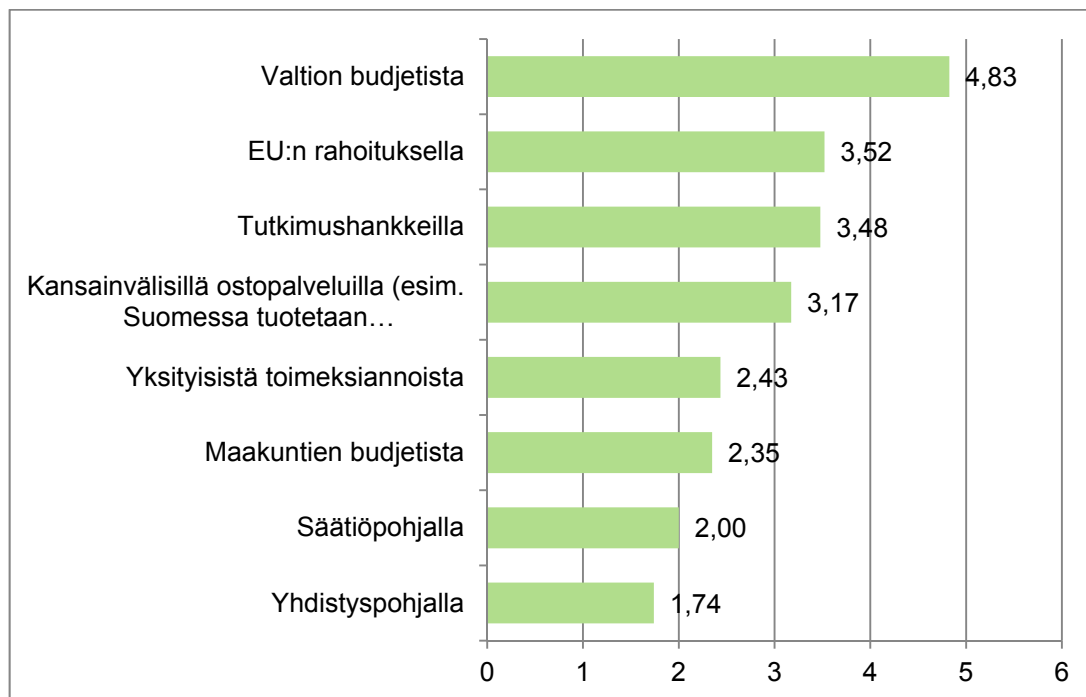
Kuva 16. Vertailulaboratoriotoiminnan koordinointi sisäilmamittauksissa.



Luvut ovat mainintojen määriä. Tulokset on esitetty Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1.

Miten vertailulaboratorioiden toiminta ympäristömittauksissa tulisi rahoittaa vuonna 2030? Panelisteja pyydettiin antamaan Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksella painoarvo annetuille vaihtoehdoille, joita oli generoitu Delfoi-paneelin 1. haastattelukierroksen pohjalta (Kuva 17). Ainoana erittäin tärkeänä rahoituskanavana pidettiin *valtion budjettia*. Melko tärkeinä rahoituslähteinä pidettiin täydentävästi *EU-rahoitusinstrumentteja* ja käytännössä myös tutkimusrahoitusta. Tutkimusrahoitusinstrumenttien korostuminen tässä yhteydessä johtunee siitä, että tutkimuslaitoksen menestyminen täydentävän rahoituksen hankinnassa voi edistää myös vertailulaboratoriotoiminnan fasilitetteja ko. tutkimuslaitoksessa. *Kansainvälisiä ostopalveluita* pidettiin kohtalaiseen tärkeänä. Tällä tarkoitettiin sitä, että suomalainen vertailulaboratorio sopii toisen maan kanssa, että se toimii myös tälle toiselle maalle sovitussa mittauskohteessa vertailulaboratoriopalveluiden tuottajana. Esimerkiksi elintarviketurvallisuudessa tällainen käytäntö olisi panelistikommenttien mukaan mahdollista. Tällöin suomalainen vertailulaboratorio toimisi esimerkiksi joillekin muille EU-maille vertailulaboratoriopalveluiden tuottajana.

Kuva 17. Ympäristömittausten vertailulaboratoriotoiminnan rahoitus vuonna 2030.



Tulokset on esitetty Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella, vastaajia 23. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1–5, jossa 1=ei tärkeä, 2=vähän tärkeä, 3=kohtalaisen tärkeä, 4=melko tärkeä, 5=erittäin tärkeä.)

5.10 Huoltovarmuuskysymys

Laadukkaiden ympäristömittausten tuottaminen nopeasti ja maantieteellisesti kattavasti poikkeusolosuhteissa nousi panelistien mielestä keskeiseksi huolenaiheeksi mittaustoiminnan yhtäytyessä, keskittyessä ja kansainvälistyessä nopeasti. Huoltovarmuudella tarkoitetaan sitä, että tiettyjen mitattavien kohteiden laadukas ja nopea mittaaminen pitäisi pystyä kaikissa oloissa turvaamaan. Mitkä ovat näitä mittaushankkeita, joiden mittaaminen ja mittausten oikeellisuus kaikissa olosuhteissa tulisi varmistaa, pitäisi erikseen pohtia. Ne voisivat liittyä muun muassa ihmisen terveyteen, veteen yms. perusasioihin, jotka ovat elämisen ja toiminnan kannalta välttämättömiä. Monet terveyteen vaikuttavat tekijät tulevat ilman kautta. Viitteitä näistä teemoista voisi saada esimerkiksi kohdasta ”5.8 Arvoverkot ja toimijoiden roolit”.

Esimerkkinä panelistit mainitsivat yhdyskunnan puhtaan veden tarpeet. Kriisitilanteessa pitäisi pystyä nopeasti ja oikein todentamaan vedenlaatu. Toisena esimerkkinä Terveysten- ja hyvinvoinnin laitoksella on joitakin virus- tai bakteeriviljelyjä, joita voidaan hyödyntää epidemioiden todentamisessa. Näillä viljelyillä varaudutaan ei toivotun tilanteen varalle. Jos Suomeen esimerkiksi kohdistuisi bioterrorismihyökkäys, tällaisilla viljelyillä voitaisiin varmistaa, millaisesta biologisesta uhasta on kyse. Tällöin voidaan varautua tarpeellisiin vastatoimenpiteisiin terveyden turvaamiseksi. Tällaisten kantojen ylläpidossa tarvitaan julkisen vallan vastuuta ja rahoitusta.

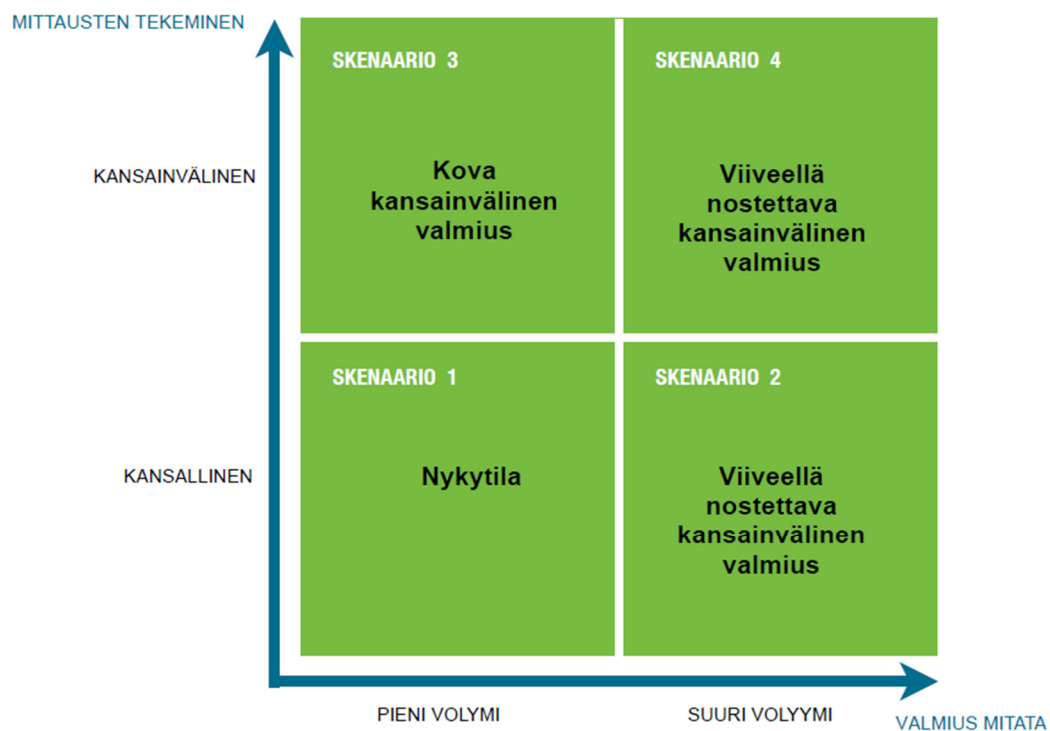
Panelistit nostivat esiin myös kansainvälisiä esimerkkitapauksia. Eräässä tapauksessa ympäristötiedon tuottamistehtävä oli annettu yritykselle. Yrityksen mennessä konkurssiin aikasarjatiedot, jotka olivat ennen julkisen toimijan hallussa, katosivat konkurssin myötä. Toisessa tapauksessa yksityisen mittaustoiminnan tulokset oli todettu myöhemmin vääriksi, mutta sen perusteella oli ehditty antaa suosituksia lannoitteiden vähentämiseksi. Maataloustuottajien järjestö oli virhemittausten jälkeen tehnyt aiheesta valituksen. Tässä tapauksessa yksityiselle mittaajalle oli osoitettu myös vertailulaboratoriotoiminnan ylläpito. Sekä mittaustoimintaa tekevän että vertailulaboratoriotoimintaa harjoittavan yrityksen omistajataho oli sama.

Panelistikommenttien mukaan huoltovarmuuden kannalta tärkeät mittausaiheet tulisi määritellä ja pyrkiä niissä takaamaan sellainen vertailulaboratoriotoimintaa tukeva verkosto, että se kestää mahdollisimman hyvin erilaisia kriisejä. Osaaminen nähtiin tärkeimpänä huoltovarmuuden takeena, joskin siihen voi liittyä viiveellä reagointi, jos ei ole välitöntä mittausvalmiutta. Osaamisella voidaan kuitenkin luoda uusi mittausvalmius. Vaikka vertailulaboratoriotoiminta on lähtökohtaisesti kansainvälistä, katsoivat panelistit, että osaaminen kuitenkin säilyy parhaiten lisäämällä vertailulaboratoriotoiminnan kansainvälisyyttä edelleen nykyisestä tasosta.

Aihetta jalostettiin edelleen tulevaisuusverstaassa. Työryhmälle annettiin huoltovarmuuden tulevaisuuskuvan ulottuvuudet, skenaariovaihtoehdot: välitön valmius – viiveellä nostettava valmius ja kansallinen – kansainvälinen mittausten tekeminen (Kuva 18). Tulevaisuusverstaan työryhmä painotti osaamista huoltovarmuuden kannalta olennaisena asiana. Tulevaisuusverstaan huoltovarmuustyöryhmän mukaan osaaminen säilyy työolosuhteisiin ja resursseihin huomiota kiinnittämällä. Näillä on vaikutusta alan vetovoimaisuuteen, alalle hakeutumiseen ja sitä kautta osaamisen säilymiseen. Työolosuhteisiin voidaan lukea esimerkiksi töiden organisointi, palkkausjärjestelmät, työssäoppiminen ja vaikutusmahdollisuudet työssä sekä työmarkkinanäkymät. Delfoi-paneeli puolestaan painotti kansainvälistymisen lisäämistä osaamisen turvaamisessa. Kansainvälinen näkemys auttaa tunnistamaan oman osaamisen tilan suhteessa muihin ja nopeuttaa tarvittaessa kehitystoimia tilanteen parantamiseksi. Sekä Tulevaisuusverstaan painottamat työolosuhteet että joidenkin Delfoi-paneelistien korostama kansainvälistymisen lisääminen liittyvät toisiinsa. Molempien taustalla on vertailulaboratorioiden aseman tunnistaminen ja tunnustaminen, selkeä visio ja toiminnan resursointi.

Tulevaisuusverstaan työryhmän tuottama toivottu ja mahdollinen tulevaisuus sisälsi seuraavat tärkeät pääteemat huoltovarmuuden kannalta: huoltovarmuuden suunnittelun ja koordinaation, valmiusorganisaation valittuihin tilanteisiin, infrastruktuurivalmiudet (sähkön ja ilmastointin varmistaminen) sekä yhteistyöverkoston. Toimijoina ovat vertailulaboratorioiden asiantuntijat ja johto, niiden tukipalvelut, kuten kiinteistönhuolto ja ICT-tuki. Lisäksi toimijoina ovat Huoltovarmuuskeskus sekä laboratorioiden verkosto. Tulevaisuusverstaan tiivistämä huoltovarmuusvisio oli seuraava: ”Vertailulaboratorioiden yhteistyöverkosto on suunniteltu ja toteutettu siten, että se on luontainen osa laboratorion toimintaa ja virkamiehet ovat ylpeitä ja onnellisia. Tämä on keskeinen osa huoltovarmuutta, koska onnellisuus ja ylpeys työssä tekevät laboratoriotyöstä niin houkuttelevaa, että asiantuntijat haluavat töihin. Kansainvälistyminen etenee askeleittain Suomesta Euroopan unioniin ja sitten laajemmalle maailmalle.” Jatkotoimenpiteenä ryhmä suositti verkoston rakentamista ja vahvistamista mainiten esimerkkinä kansallinen kemikaaliohjelman (KELO).” Työryhmä korosti huoltovarmuuden takeena osaamista. Siihen puolestaan se näki ratkaisuna vertailulaboratoriotoiminnan vetovoimaisuuden lisäämisen niin, että vetovoimaisuus takaa asiantuntijoiden hakeutumisen alalle.

Kuva 18. Huoltovarmuusskenaariot ympäristömittauksissa. Tulevaisuusverstaan lähtökohdaksi annetut skenaarioulottuvuudet.



Mallinnos. M&MC / Ossi Luoma
Copyright 2018

5.11 Toiminnan koordinointi

Ympäristömittausten vertailulaboratoriotoiminnan eri toimijoiden yhteistyön koordinointi nousi sekä aiempien selvitysten perusteella että Delfoi-paneelin molemmilla kierroksilla tärkeäksi aiheeksi. Aihe on haastava, koska panelisteilla on jossain määrin erilaisia painotuksia asiassa. Osa panelisteista kaipasi riippumatonta yhteistyön koordinoitintahoa. Toisaalta koordinoijalta toivottiin myös vahvaa substanssiosaamista.

Asiaa lähestyttiin Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksella siten, että panelistien annettiin nimetä vapaasti mieleen tuleva koordinaatitaho. Tällöin koordinoijatahoksi mainittiin useimpien Suomen ympäristökeskus, valtioneuvoston kanslia tai ympäristöministeriö.

Koordinointiin liittyy osana tarve luoda yhteistyöfoorumi, jossa vertailulaboratoriotoiminnan innovaatioekosysteemin eri osapuolet, esimerkiksi vertailulaboratoriot ja laite- ja teknologiatoimittajat, voisivat keskustella ajankohtaisista ja tulevaisuuden kysymyksistä. Innovaatioekosysteemiä² kuvattiin tarkemmin muun muassa tämän raportin kohdassa 5.2 SWOT-analyysi (Harmaakorpi & Rinkinen, 2015 ja Ståhle & Pirtivaara, 2015). Panelistit toivoivat julkisen hallinnon aktiivisuutta tällaisen foorumin luonnissa. Metrologian neuvottelukunta (MNK) mainittiin varteenotettavana mallina. Jopa vertailulaboratoriotoiminnan liittäminen osaksi metrologian neuvottelukuntaan ehdotettiin. Samalla kuitenkin todettiin, että nykyinen Metrologian neuvottelukunnan rooli on selkeä. Vertailulaboratoriotoiminnan foorumitarpeiden tuominen MNK:n käsiteltäväksi muuttaisi tilanteen eikä vertailulaboratoriofoorumin yhdistäminen MNK:aan siten ole välttämättä järkevin vaihtoehto.

Yksi Delfoi-haastattelussa esille noussut tapa vastata nopeasti foorumitarpeeseen on yhteistyö Finntesting ry. yhdistyksen kanssa, jonka tavoitteisiin kuuluu tukea eri toimijoiden välistä vuorovaikutusta.³ Tämä Ympäristöalan vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi -hanke on puolestaan esimerkki siitä, miten valtiolta voi myös hanketoiminnalla tukea toimijoiden välistä vuoropuhelua. Haasteeksi nousee hanketoiminnan jatkuvuuden ylläpito. Tavoitetta voitaisiin edistää myös valtion tutkimuslaitosten Tulanet-yhteenliittymän laboratorioiden yhteistyöryhmän toimintaa kehittämällä ja laajentamalla sen toimintaa innovaatioekosysteemin muiden osapuolten, kuten laitetoimittajien ja palveluliiketoimintaa tekevien yritysten suuntaan.

Tulevaisuusverstas hahmotti mallia, joka sisältää koordinaation pääteemat ja siihen vaikuttavat keskeiset ympäristötekijät (Kuva 19). Koordinaation ulottuvuudet olivat hajautettu–keskitetty ja heikko–vahva. Nykyinen tilanne asemoitiin heikko–hajautettu-tilaan (Liite 3). Tulevaisuusverstasryhmän mukaan tärkeitä teemoja ovat lainsäädäntö mukaan lukien Euroopan unionin lainsäädäntö, sektoreiden välinen koordinaatio, uudet sektorirajat ylittävät ja sekoreiden ”väliin” putoavat mittaushaasteet. Visiona on ”Sektoreista riippumaton, asia- ja ilmiöpohjaisesti toimiva verkosto”.

² Ks. termi [VN TEAS Policy brief 15/2016](#).

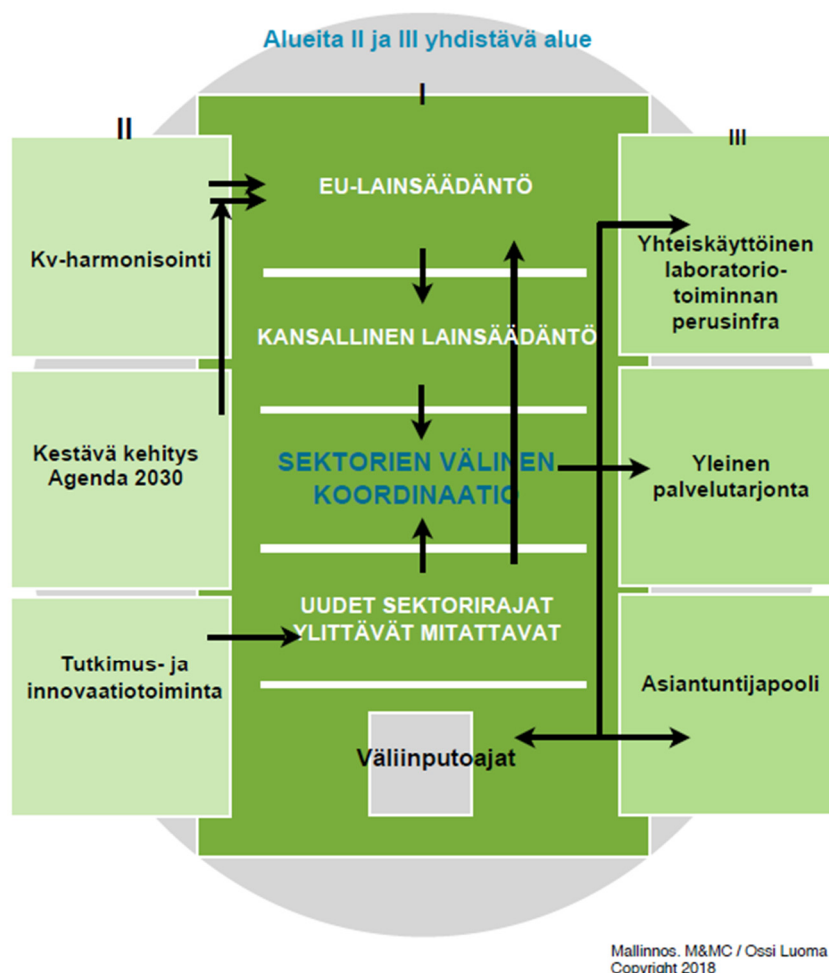
³ Finntesting yhdistys ry. on eurooppalaisten yhteistoimintaelinten Eurolab ja Eurachem suomalainen jäsenyhdistys. Seura edistää

- testaus- ja kalibrointilaboratorioiden ammatillista osaamista ja yhteydenpitoa sidosryhmiinsä kansallisesti ja kansainvälisesti
- testaustulosten vastavuoroista hyväksymistä
- luotettavaa ja tehokasta testaustoimintaa niin kansallisella kuin kansainvälisellä tasolla
- suomalaisten testausalan organisaatioiden ja yritysten mahdollisuuksia saada tietoa alan eurooppalaisista ja kansainvälisistä yhteishankkeista sekä parantaa mahdollisuuksia vaikuttaa ja osallistua niihin.

Seura pyrkii myös toimimaan kansallisesti uranuurtajana esittelemällä uusia alan laadunvarmistukseen sekä laatu-, ympäristö- ja turvallisuusjohtamiseen liittyviä toimintatapoja ja käsitteitä.

Lähde: <http://kemianseurat.fi/finntesting/>

Kuva 19. Ympäristömittausten vertailulaboratoriotoiminnan koordinointi vuonna 2030
Tulevaisuusverstaan mukaan. Tulevaisuuspyöriäanalyysi.



Mallinnos. M&MC / Ossi Luoma
Copyright 2018

5.12 Tulevaisuuskuvia

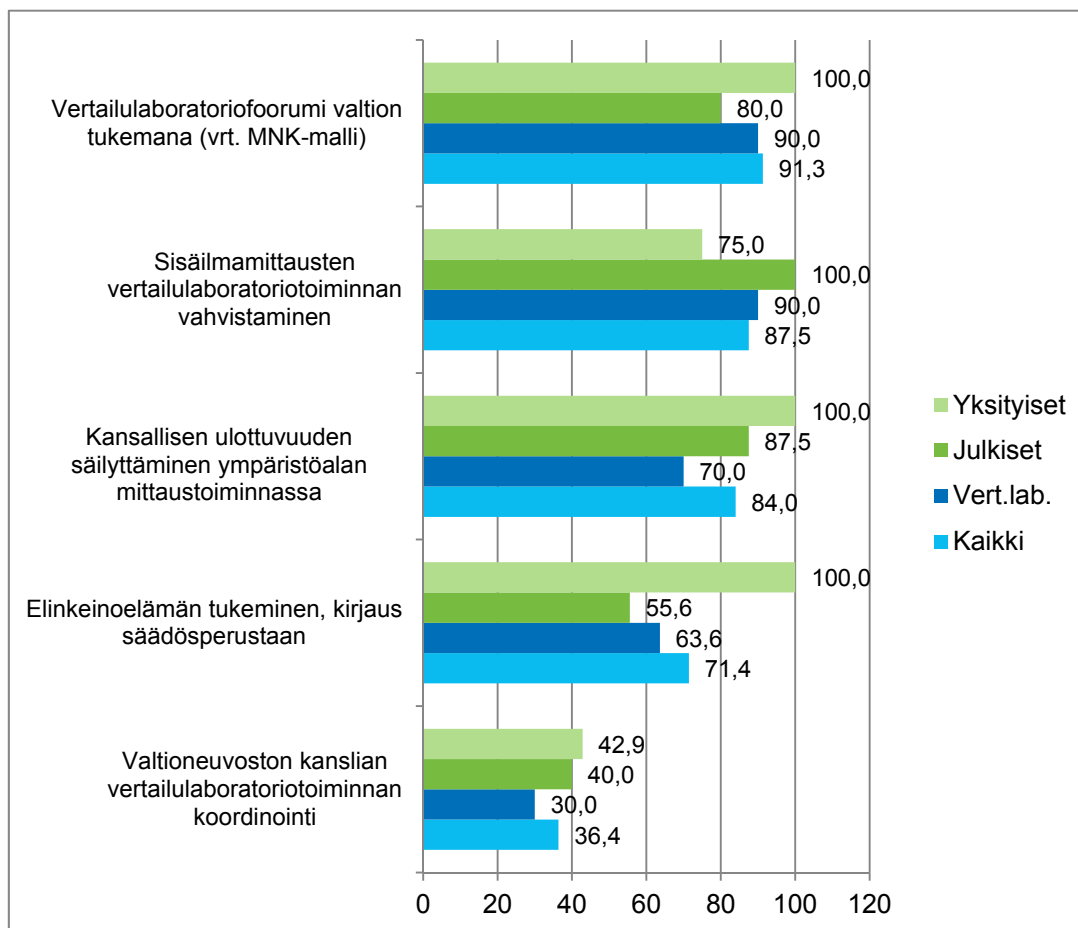
Pilottihaastattelussa panelistit toivat jo esille visionsa vertailulaboratoriotoiminnan tulevaisuudesta ympäristömittauksissa. Näitä visiolauseita testattiin Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksella. Seuraavat visiolauseet saivat laajan hyväksynnän (toivottuja ja mahdollisia tulevaisuuskuvia).

"Kansallisen ulottuvuuden säilyttäminen ympäristöalan mittaustoiminnassa." Tämän hyväksyi 84 % kaikista vastaajista ja 100 % yksityisistä vastaajista, julkisista toimijoista 87,5 %. Nykyisistä vertailulaboratoriotoimijoista sen hyväksyi 70 % (Kuva 20). Nykytilanteessa esimerkiksi julkisia ympäristöalan mittaustoimintoja yhtiöitettäessä⁴ ei kiinnitetä huomiota riittävästi siihen, että markkinaehtoisien liiketoiminnan olemassaolon ehto on usein kasvu. Pelkkä substanssi-osaaminen ei tällöin riitä, vaan on oltava myös liiketoimintaosaamista. Tällaiset yhtiöitetyt toiminnot eivät ole pystyneet kilpailemaan suurempien kansainvälisten toimijoiden kanssa, vaan ne ovat olleet helposti ostettavissa. Kansallisen vertailulaboratoriotoiminnan olemassaolon kannalta riittävä alan mittaustoiminta, jonka omistus ja päätöksenteko ovat kotimaassa, voi

⁴ Esimerkiksi Geologinen tutkimuskeskus GTK yhtiöitti laboratorionsa vuonna 2007 Labtium Oy:ksi. Vuonna 2010 Labtium muuttui VTT Expert Services Oy:n tytäryhtiöksi. Vuonna 2018 kansainvälinen pörssi-yhtiö osti VTT Expert Services Oy:n ja Labtium Oy:n. Tällaisen yhtiöitysmiskehityksen lisäksi kehitystrendi on valtion aluehallinnon siirtyminen tilaamaan analyyssejä markkinoilta.

olla tärkeää. Pitkällä aikavälillä on muutoin mahdollista, että kansainvälisessä omistuksessa olevat mittaajat tukeutuvat yhä enemmän kansainvälisiin vertailulaboratorioihin. Tämä puolestaan haastaa kansallisten vertailulaboratorioiden tehtävän.

Kuva 20. Tulevaisuusväitteitä.

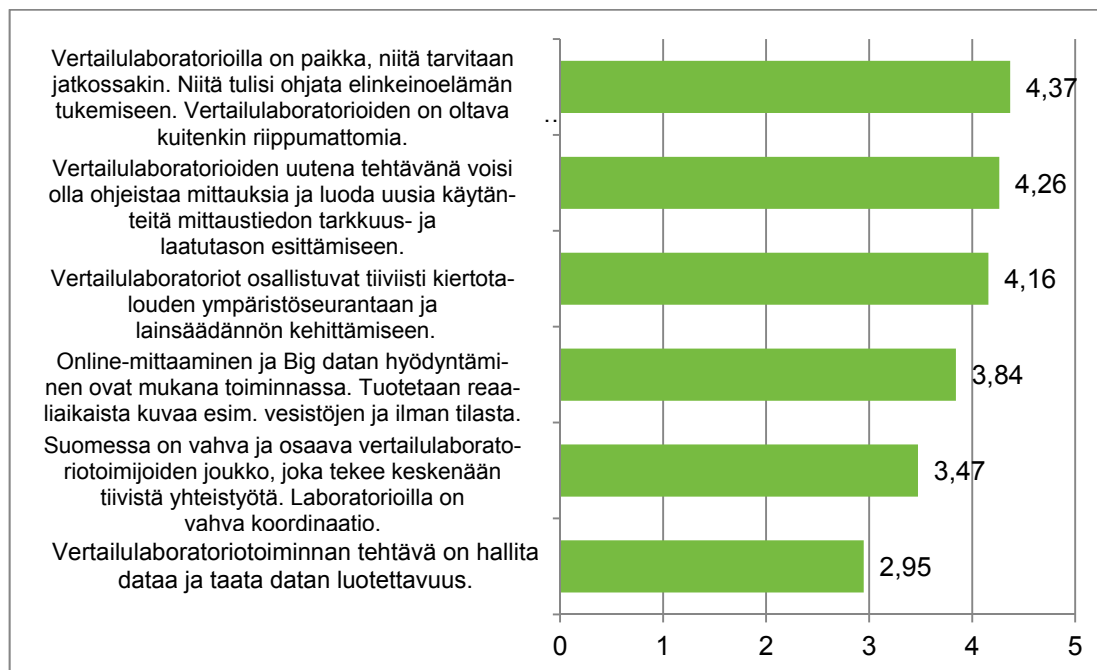


Luvut prosentteja väitteiden hyväksyneistä. Tulokset ovat esitetty Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella. Koko paneelissa vastaajia 23–28. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1.

Panelistien kommentoissa yhtenä mahdollisuutena kansallisen mittaustoiminnan säilyttämiseen pidettiin vesiensuojeluyhdistyksiä, jotka ovat usein kuntien ja teollisuuden perustamia yhdistyksiä. Niiden yhteyteen on muodostunut palveluliiketoimintaa. Toistaiseksi nämä yhdistykset ja yhtiöt toimivat kukin erikseen pääosin omilla vesistöalueillaan. Nimestä huolimatta useissa näissä yhdistyksissä ja yhtiöissä on laajempaa kuin vain vesiin liittyvää ympäristömittausosaamista.

Panelisteilta kysyttiin ”Kuinka hyvin seuraavat Delfoi-paneelin 1. kierroksella esiin nostetut tulevaisuuskuvat kuvaavat Sinun mielestäsi toivottavaa ja mahdollisena pitämääsi tulevaisuutta? Ota kantaa seuraaviin tulevaisuuskuviin. Anna painoarvo 1–5 kuinka hyvin ne kuvaavat mielestäsi tulevaisuutta vuonna 2030” (Kuva 21).

Kuva 21. Tulevaisuuskuvia ja -väitteitä.



Tulokset on esitetty Delfoi-asiantuntijapaneelin 2. haastattelukierroksen arvioiden perusteella, vastaajia 19. Katso vastaajien jakaantuminen eri intressiryhmiin liitteestä 1. (Painoarvo 1–5, jossa 1=ei kuvaa lainkaan, 2=kuvaa vähän, 3=kuvaa kohtalaisesti, 4=kuvaa melko hyvin, 5=kuvaa erittäin hyvin. Väitteiden kielellistä asua on parannettu raportointivaiheessa.)

”Vertailulaboratorioilla on paikka, niitä tarvitaan jatkossakin. Niitä tulisi ohjata elinkeinoelämän tukemiseen. Vertailulaboratorioiden on oltava kuitenkin riippumattomia. Resursointi voisi tapahtua pääasiassa valtion toimesta, mikä mahdollistaa yritysyhteistyön riippumattomasti.” Tätä tulevaisuuskuvaa pidettiin melko toivottavana ja mahdollisena (painoarvo 4,37).

”Vertailulaboratorioiden uutena tehtävänä voisi olla ohjeistaa mittauksia ja luoda uusia käytänteitä mittaustiedon tarkkuus- ja laatutason esittämiseen. Näillä käytänteillä voitaisiin edistää uusien teknologioiden markkinoille tuloa. Esimerkkinä voidaan mainita pikatesterit. Heikompi-laatuinenkin mittaustieto on arvokasta ja käyttökelpoista, jos tiedetään sen laatuluokka ja käytettävyys.” Tulevaisuuskuvaa pidettiin melko toivottavana ja mahdollisena (painoarvo 4,26).

”Vertailulaboratoriot osallistuvat tiiviisti kiertotalouden ympäristöseurantaan ja lainsäädännön kehittämiseen. Koulutus ja toiminnasta viestittäminen ovat riittävän korkealla tasolla. Suomessa on maailman puhtain ruoka, joka myös osoitetaan mittauksin.” Myös tähän liittyviä tulevaisuuskuvia pidettiin melko toivottavana ja mahdollisena (painoarvo 4,16).

”Online-mittaaminen ja Big datan hyödyntäminen ovat mukana toiminnassa, jossa tuotetaan reaaliaikaista tilannekuvaa esimerkiksi vesistöjen ja ilmanlaadun osalta. Tilannekuvan tuottamisessa käytetään mittauspisteiden tietoa hyväksikäyttäviä algoritmeja.” Tätä tulevaisuuskuvaa pidettiin kohtalaisen toivottavana ja mahdollisena (painoarvo 3,84). Tämä tulevaisuusväite kuvaa sitä maailmaa, missä vertailulaboratorioiden pitäisi pystyä arvioimaan kuvatus järjestelmäkokonaisuuden laatua. Teknologian toimivuuden lisäksi arviointi voi kohdistua tällöin jopa matemaattisiin algoritmeihin.

6. VASTAUKSET TUTKIMUSKYSYMYKSIIN

Tämä tutkimus on ollut korostetusti **ennakointitutkimus**, jossa on keskeistä asiaan vaikuttavien toimijoiden tunnistaminen ja niiden näkemysten kartoitus sekä yhteisen tulevaisuuden näkeminen ja päätöksenteon tukeminen. Ennakoinnissa on pyrittävä näkemysten kokoamisen lisäksi myös niiden pohjalta yhteisen vision luontiin. Tulevaisuusverstaan työn pohjalta koottiin visio etenkin koordinoinnista, omistuksesta, uusista mitattavista kohteista, uusista teknologioista ja valmius- ja varautumisnäkökulmista (huoltovarmuus). Vaikka se pohjaa Tulevaisuusverstaaseen, taustalla on myös Delfoi-paneelin tekemää työtä.

Vertailulaboratoriotoiminnan visioksi ympäristömittauksissa voidaan tiivistää seuraava: *Monipuolisella (public-private, kansallinen–kansainvälinen, tutkimus–koulutus–hallinto) ja koordinoitulla yhteistyöllä varmistetaan luotettavat ympäristömittaukset. Vertailulaboratoriotoiminta halutaan (ja se on mahdollista saavuttaa) julkisesti omistetuksi sekä asia- ja ilmiöpohjaisesti verkostoituneeksi toiminnaksi. Vertailulaboratoriotoiminnalla on valmiudet ottaa haltuun ja katkaa uusia, erityisesti automatisaation ja digitalisaation mukanaan tuovia teknologioita ja uusia mittaushaasteita (ml. sisäilma). Vertailulaboratorioiden välinen tiivis ja luonteva yhteistyö takaa osaltaan huoltovarmuuden, jota on aktiivisesti edistettävä.*

Seuraavassa tutkimuksen muita johtopäätöksiä kootaan yhteen vastaamalla tutkimuksen 10 alkuperäiseen tutkimuskysymykseen.

1. Saadaanko kansallisella vertailulaboratoriotoiminnalla aikaan tuloksia ja vaikuttavuutta, johon toiminnalla pyritään eri asiakasryhmien (esim. kansalaiset, yritystoiminta, hallinto) näkökulmasta?

Kansalaisten näkökulmasta vertailulaboratoriotoiminta on taannut luotettavaa ympäristötietoa muun muassa vesiensuojelun, ilmanlaadun ja elintarviketurvallisuuden aloilta. Sen sijaan rakennetun ympäristön osalta sisäilmakysymyksissä on puutteita. Sisäilmaongelmat koskevat monia ihmisiä. Olisi perusteltua edelleen kehittää menetelmiä ja sisällyttää sisäilman keskeiset mitattavat jatkossa vertailulaboratoriotoimintaan. Samoin mikromuovit nostettiin tärkeäksi huolenaiheeksi. Pienten partikkelien mittaaminen saattaisi olla potentiaalinen heikko signaali, johon tarttumista kannattaisi pohtia. Aihe nousi vasta tutkimuksen loppupuolella esille niin, että koko paneelin kantaa asiaan ei ehditty tutkia. Suomessa on alan osaamista vertailulaboratoriotoimintaan sekä toisaalta potentiaalisia yrityksiä, jotka voisivat saada tukea vertailulaboratoriotoiminnasta kasvuun ja kansainvälistymiseen.

Yritysten näkökulmasta voidaan tarkastella esimerkiksi ympäristölupia tarvitsevia toiminnanharjoittajia, laite- ja teknologiatoimittajia ja mittaustoimintaa tekeviä palveluyrityksiä. Yritykset kokevat, että reaaliaikainen seurantateknologia voi tuoda selviä säästöjä. Yritysnäkökulmasta vertailulaboratorioiden toteama pätevyys toimii yhtenä referenssinä, joka edistää esimerkiksi tuotteiden ja palveluiden vientiä. Yhteistyötä kaivataan tässä teemassa.

Hallinnon näkökulmasta oikea ja luotettava tieto lisää hallinnon oikeutusta ja siihen kohdistuvaa luottamusta. Puolueettomuuden ja riippumattomuuden säilyttäminen on tärkeää yritys yhteistyössä. Vertailulaboratoriotoiminnan pääasiallisen valtion rahoituksen turvaaminen on keskeinen keino riippumattomuuden varmistamiseksi.

2. Onko jokin potentiaalinen vaikuttavuushyöty jäänyt huomiotta tai toteutumatta? Miksi näin on mahdollisesti tapahtunut?

Kansalaisten osallistumismahdollisuuksien huomioimiseen tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Teknologia kehittyä ja tarjoaa kansalaisille uusia mahdollisuuksia osallistua itse ympäristöönsä koskevan tiedon tuottamiseen. Kun tällaisen mittaustoiminnan kautta koetaan saatavan myös näkyvää tai konkreettista hyötyä esimerkiksi sinileväkarttana, se voi lisätä entisestään luottamusta hallintoa kohtaan.

Vertailulaboratoriotoiminta voisi tukea yritystemme vientiä ja kansainvälistymistä nykyistä enemmän (vrt. Ruotsin malli, Björklöf 2018). Valtionhallinnossa ja sen strategioissa tulisi ottaa huomioon, miten laadunvarmentaminen, jonka osa vertailulaboratoriotoiminta on, voi lisätä yritysten markkinoille pääsyä. Vertailulaboratorioiden edustajien osallistuminen kansainvälisiin standardointikomiteoihin on yksi keskeinen tapa. Yrityksille puolestaan vertailulaboratorioiden osoittama hyväksyntä vastaa referenssiä, jota voi käyttää hyväksi kansainvälisessä viestinnässä ja markkinoinnissa.

Hallinnon näkökulmasta online-teknologian toivotaan tuovan helpotusta ympäristötilan raportointirutiineihin. Lupaviranomaiset käyttävät päätöksenteossaan toiminnanharjoittajien viranomaisille toimittamia mittaustuloksia. Vertailulaboratorion päteväksi osoittaman mittauksia tekevän yrityksen mittaustuloksia voidaan pitää luotettavina. Päätöksentekoprosessissa kuitenkin johtopäätökset ovat keskeisiä. Mitä monimutkaisemmiksi automaattiset mittausjärjestelmät kehitetään sisäisine palaute- ja säätelyjärjestelmineen, sitä tärkeämpää on yksittäisten mittauslaitteiden ja tapahtumien ohella huolehtia järjestelmätason laadunvarmistuksesta.

3. Onko toiminnalla ristiriitaisia ja myönteiset vaikutukset eliminovia vaikutuksia?

Joillakin toiminnanharjoittajilla on resursseja ja osaamista seurata, mikä on parasta tekniikkaa ympäristötiedon seurantaan. He ovat tietoisia esimerkiksi BAT-päätelmistä ja BREF-asiakirjoista (lisätietoja www.ymparisto.fi), joissa puretaan Euroopan unionin tason päätökset siitä, mikä on parasta tekniikkaa mittaamiseen. Toiminnanharjoittajat voivat kokea, että heillä on ollut tiedossa vuosia toimiva tekniikka määrättyyn tarkoitukseen, mutta sitä ei ole vielä todettu päteväksi seurantatekniikaksi kansallisten lupaviranomaisten ja vertailulaboratorioiden piirissä.

Toiminnanharjoittajat asioivat lähinnä lupaviranomaisten kanssa, eivät niinkään vertailulaboratorioiden kanssa. Jotta toiminnanharjoittajien viesti tulisi vertailulaboratorioihin, edellyttäisi se lupaviranomaisten ja vertailulaboratorioiden tiivistä vuorovaikutusta ja tiedon välittämistä. Yritysten mielestä olisi tärkeää, että uudet teknologiat tulisivat ajoissa viranomaisten seurantaan. Uusien teknologioiden ja käytäntöjen hyväksymistä direktiiveihin pitäisi yhtäältä pyrkiä edistämään. Toisaalta pitäisi jouduttaa sitä, että uudet teknologiat ja käytännöt hyväksyttäisiin osaksi kansallista lainsäädäntöä ja kansallista toimeenpanoa. Tärkeää olisi myös, että viranomaiset voivat osallistua itse niiden valmisteluun riittäviin resurssein yhteistyössä teollisuuden ja teknologian kehittäjien kanssa. Esimerkiksi haastattelussa viitattiin laivojen sameuttamaan veteen alueella, missä teollisuus on suuri raakaveden käyttäjä (merivettä voidaan käyttää esimerkiksi jäädytykseen). Kehittyneellä tekniikalla voitaisiin paremmin ennakoida ja tunnistaa veden sameutuminen ja käyttää sitä hyväksi tehokkaammin. Korvaavat vesilähteet voivat olla teollisuudelle kalliita tai veden käyttökatkoksista tulee muuten kustannuksia.

4. Millä aikajänteellä ja tavoilla uusien teknologioiden ja yhteiskunnallisten muutosten odotetaan muuttavan toimialaa ja sitä kautta vertailulaboratoriotoinnin roolia?

Noin kymmenen vuoden aikajänteellä, vuoteen 2030 mennessä, keskeisimmiksi vertailulaboratoriotoimintaan vaikuttaviksi muutostekijöiksi voidaan paneelin tulosten perusteella nostaa mittaustoiminnan automatisointi, laboratoriotoimintojen yhtiöityminen, kansainvälistyminen ja keskittyminen, tilaaja-tuottaja-ajattelu, uudet mitattavat sekä resursseja säästävä kiertotalous.

Vuonna 2030 ympäristötoimialalla laajalle levinneitä teknologioita ovat Tulevaisuusverstaan mielestä selvimmän seuraavat, joista monet ovat kytköksissä juuri mittaustoiminnan automatisointiin: *laskentatehon radikaali kasvu, pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut, makean veden tuottaminen, nelikopterit ja muut lentävät dronet, ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus, kuvantaminen ja paikannus, uudet tavarain/aineiden manipulointitavat sekä ubiikki ympäristö ja esineiden internet*. Nämä teknologiat yleistyvät muun muassa ympäristömittausta tekevissä yrityksissä, ja vertailulaboratorioiden tulisi olla kehityksessä mukana. Käytännössä tämä tarkoittaa, että näihin teknologioihin tulisi varautua vertailulaboratoriotoiminnassa jo nyt.

Samoin nopeasti kasvavat ja vuonna 2030 suhteelliseen laajalle levinneet teknologiat kaipaavat tämän hetken panostuksia. Tämän ryhmän tuotteita ovat *uudet erotustekniikat ja kiertotalous, biosirut tai Lab on Chip -tekniikka, nanosellu sekä neuroverkot ja syväoppiminen*.

Uudet mitattavat kohteet haastavat vertailulaboratoriotoimijoita ilmiöpohjaiseen lähestymistapaan. Tämä edellyttää verkostoitumista ja sen koordinoitua ja voi tarjota mahdollisuuksia myös uudenlaisiin vertailulaboratoriotoiminnan organisointikokeiluihin (esimerkiksi ns. virtuaalilaboratorio).

5. Mitkä tekijät tukevat kehitystä, entä mitä voidaan nähdä alan tulevaisuuden haasteina? Mitkä ovat toimialan nousevat teemat, joihin olisi syytä kiinnittää huomiota?

Hyvin keskeinen lähtökohta muutosvoimien tunnistamiseksi on toimintaympäristön vahvojen ennakoivien trendien analyysi. Keskeisimpiä trendejä niputtamalla voidaan nostaa keskeisiksi teemoiksi: (1) mittaustoiminnan automatisointi, (2) laboratoriotoimintojen yhtiöityminen ja keskittyminen sekä tilaaja-tuottaja-ajattelu, (3) uudet mitattavat sekä (4) kiertotalouden ympäristövaikutukset. Seuraavassa on eritelty tärkeimmät tekijät, jotka ohjaavat kehitystä yksityiskohtaisemmin. Tekijät on esitelty panelistien asettamassa tärkeysjärjestyksessä.

Vaikuttavimmat vahvat ennakoivat trendit vertailulaboratoriotoimintaan vuoteen 2030 mennessä tarkemmin olivat Delfoi-paneelin mukaan (vähintään melko tärkeitä): *laboratoriotoimintojen yhtiöittäminen, yksityistäminen ja keskittyminen* (koskee etenkin mittauspalveluita tekeviä laboratorioita), *uudet mittaustarpeet* (mikromuovit, lääkeaineet, nanomateriaalit, tuulivoiman infraäänit ym.), *Online-mittaaminen* (esineiden internet), *laskentamallien hyödyntäminen*, *Big datan ja tietokantojen hyödyntämisen kasvu*, *tilaaja-tuottaja-ajattelun yleistyminen ja laboratoriopalveluiden kilpailuttaminen*, *kiertotalouden nousu* (pitkäaikainen seurantarave), *ilmastonmuutos, elintarvikkeisiin, kasveihin ja eläimiin liittyvien riskien kasvaminen*, *satelliittimittaaminen ja kaukokartoitukset*, *resurssien rajallisuus ja kestävä kehityksen tarpeen kasvu*, *nopean reagoimisen tarve ympäristötilaan median ja kansalaisten taholta*, *avoimen datan yleistyminen*, *analytiikan hankinta ulkomailta* sekä *hyvinvoinnin arvostuksen ja ympäristötietoisuuden kasvu*.

Nousevia teemoja ovat myös *vertailulaboratorioiden ja laitevalmistajien yhteistyö*, joka nousi tärkeänä vertailulaboratoriotoiminnassa huomioitavana heikkona signaalina. Huomiota on kiinnitettävä myös siihen mahdollisesti voimistuvaan signaaliin, että kansainväliset vertailulaboratoriot voivat ottaa yhä suuremman roolin. ”Big datan ja robotiikan fuusioon” on kiinnitettävä myös huomiota. Big data eli massadata on erittäin suurten, järjestelemättömien, jatkuvasti lisääntyvien tietomassojen keräämistä, säilyttämistä, jakamista, etsimistä, analysointia sekä esittämistä tilastotiedettä ja tietotekniikkaa hyödyntäen. Big dataa voidaan myös hyödyntää laajenevassa mittakaavassa ennakkoinnissa (ks. Kaivo-oja 2016).

Uudet mitattavat kohteet seuraavan kymmenen vuoden aikana, kuten mikromuovit luonnossa ja ravintoketjussa, sisäilman laadun seuranta ja kierrätysmateriaalin ympäristövaikutukset, ovat nousevia teemoja, joihin tulee vastata vertailulaboratoriotoimintaa kehittämällä.

**6. Mitkä ovat toimintaympäristön muutoksiin vastaamisen tärkeimmät edellytykset (organisoiduminen, toimintatavat, yhteistyömuodot, sopeutuminen mittaustoiminnan paradigman muutoksiin)?
Onko toimialalle tarvetta luoda omia alustatalouden toimintamalleja?**

Vertailulaboratorioiden organisoidumisessa paras malli on jatkossakin kansallinen valtion tutkimuslaitokseen tai viraston yhteydessä toimiva malli, joka saa pääasiallisen rahoituksen valtiolta. Tämä malli takaa riittävän riippumattomuuden yrityksistä, joiden kanssa toisaalta yhteistyötä on tiivistettävä. Vertailulaboratorioiden kansainvälinen yhteistyö ja sen lisääminen entisestään takaa parhaiten osaamisen, muutuskäytännön ja mittausvalmiudet erilaisissa poikkeusoloissa.

Toimintatavoissa keskeistä on nähdä vertailulaboratoriotoiminta osana innovaatioekosysteemiä, jossa vientiyritysten ja siihen pyrkivien yritysten merkitys on keskeinen. Yhteistyömuotojen käytännön toteutusta edistäisi julkishallinnon organisoima tai tukema malli, missä keskustelua voidaan käydä vapaasti eri toimijoiden kanssa ilman, että on tunne riippumattomuuden menetyksestä. Yhteistyötä edistävää rakennetta tai toimintamallia voidaan katsoa ja edelleen kehittää vaikkapa Metrologian neuvottelukunnan tyypisestä tai vastaavasta toiminnasta.

Toimintaympäristön keskeinen muutostekijä on mittaustoiminnan automatisointi. Vertailulaboratorioiden pitäisi kyetä siirtymään mittausjärjestelmäkohtaiseen laadun ja mittauksien hallintaan. Järjestelmä voi koostua useista sensoreista, mittauslaitteista, tietokoneista ja ohjelmistoista, jotka on kytketty toisiinsa esimerkiksi langattomalla tiedonsiirtoverkolla. Teknologian kehittämisessä pitäisi olla proaktiivinen ja edesauttamassa ja nopeuttamassa uusien toimivien teknologioiden käyttöönottoa muun muassa Euroopan unionin kautta vaikuttamalla (ks. myös vastaukset tutkimuskysymykseen 3 tässä johtopäätösoiosiossa).

Ympäristötiedon seurannassa on tapahtumassa selviä muutoksia tiedon keräämistavoissa, verkostoissa ja infrastruktuurissa. Tämä ennakoii, että alalle on tulossa uusia alustatalouden toimijoita ja myös mittaustiedon keräämistä ja jakamista uusien tavoin hyödyntäviä toimijoita. Esimerkiksi suuret hakukoneyhtiöt tai sosiaalisen median yhtiöt voivat kerätä ja jakaa ympäristötietoa. Ne voivat myös palkata asiantuntijoita, esimerkiksi säätielijoita, tulkitsemaan tietoa. On arvioitava, mikä on vertailulaboratorioiden rooli tässä kehityksessä.

7. Miten kansallinen vertailulaboratoriotoiminta ja sen kehittäminen suhteutuvat muiden Euroopan unionin maiden pyrkimyksiin ja organisoitumiseen? Onko Suomen vertailulaboratorioklusterilla mahdollisuus profiloitua eräänä Euroopan unionin keskeisenä tutkimusinfrastruktuurina? Täyttääkö Suomen vertailulaboratorioklusteri Euroopan unionin uudet GSO-kriteerit?

Kansallinen vertailulaboratoriotoiminta ja sen kehittäminen näyttäytyvät pitkälti samansuuntaisina verrattuna tarkasteltuihin EU-maihin (Ranska, Saksa, Ruotsi). Vertailulaboratoriotoiminta näissä maissa on valtion rahoitusta, tutkimuslaitoksissa toteutettavaa ja keskenään verkostoitunutta (ks. Inkeröinen & Väisänen 2018). Useimmissa maissa lähtökohtana on ollut nimetty kuhunkin osa-alueeseen (esimerkiksi pinta-, pohja- ja jätevedet) erikoistunut (tutkimus)laitos vertailulaboratorioksi, mutta myös kilpailuttamalla on haettu soveltuvaa tahoa vertailulaboratorioksi. Ranskassa viiden instituutin muodostama AQUAREF-konsortio (www.aquaref.fr) vastaa akvaattisen ympäristökemian vertailulaboratoriotoiminnasta. AQUAREF-konsortion mandaatti on kirjoitettu kansalliseen lainsäädäntöön, ja pääosa (70–80 %) referenssilaboratoriotoiminnan kustannuksista rahoitetaan valtion budjetista. Saksassa vertailulaboratoriotoiminta on jaettu ympäristökemiassa usealle valtion laitokselle. Näiden laitosten mandaatti perustuu kansalliseen lainsäädäntöön, ja ne ovat valtion ylläpitämiä laitoksia. Ruotsissa myös yliopistot ovat mukana. Tukholman yliopiston ympäristötieteiden ja analyyttisen kemian osaston ilmakehätieteiden laboratorio (Atmospheric Science Unit, ATM) on nimetty ilmanlaadun vertailulaboratorioksi. Laajemmalla toimijatasolla Ruotsi on ottanut käyttöön ”Kvalitetslandet”-nimisen foorumin helpottamaan keskusteluja ja yhteistyötä eri laadunhallinnan toimijoiden kesken (<https://kvalitetslandet.se/>).

Kansallista vertailulaboratoriotoimintaa voidaan jossain määrin ajatella kokonaisuutena ja hajautettujen tutkimusinfrastruktuurien kaltaisena rakenteena. Yleisesti tutkimusinfrastruktuureilla tarkoitetaan välineitä, laitteistoja, tietoverkkoja, tietokantoja ja aineistoja sekä palveluita, jotka mahdollistavat eri vaiheissa tapahtuvan tutkimuksen. Ne voivat olla keskitettyjä, hajautettuja tai virtuaalisia, ja ne voivat muodostaa toisiaan täydentäviä kokonaisuuksia ja verkostoja. Euroopassa on monia suuria tutkimuksen infrastruktuureja, jotka ovat monikansallisessa käytössä. Näin ollen yhteistyö muiden maiden vertailulaboratoriotoimijoiden tai -verkostojen kanssa voisi olla ainakin temaattisesti kohdennettuna mahdollista. Tämä avaisi reittejä myös Euroopan unionin rahoitusohjelmiin. Euroopan unionin tutkimusinfrastruktuureille on määritetty 14 reunaehtokriteeriä (ks. Group of Senior Officials on Global Research Infrastructure. GSO Framework. Presented to the G7 Science Minister’s Meeting, 27–28 September 2017, Turin, Italy). Näitä voidaan käyttää jatkossa Suomen vertailulaboratoriotoiminnan kehittämisen taustalla, jos toiminnalle ja toimijoiden verkostolle haetaan lisää kansainvälistä roolia. Delfoi-paneelilla testattiin, kuinka tärkeää ylipäätään on 14 GSO-kriteerin täytyminen Suomen laboratorioinfrastruktuurissa vuoteen 2030 mennessä. Näistä kriteereistä vähintään melko tärkeinä pidettiin seuraavia (tärkeysjärjestyksessä): datan vaihtomenettely, ydintarkoitus, integroitu rahoitussuunnittelu, kansainvälinen mobiliteetti, partnerisopimus, E-infrastruktuurin olemassaolo sekä kehittämisalue, aikataulutus ja kustannusmalli.

8. Miten muualla on varauduttu uusien teknologioiden ja uusien globaalien arvoverkkojen ja alustojen edellyttämiin toimintamuutoksiin?

Internet-infrastruktuuri ja siihen nojaava alustatalous tarjoavat mahdollisuuksia myös laadunvarmistukseen. Keskitetyn laatudokumentaatiojakelun (esim. Swedac Ruotsissa) lisäksi alustoja voi olla erilaisille laatupalveluille – esimerkkinä saksalaisen liittovaltion tutkimuskeskuksen BAM:n ylläpitämä Euroopan pätevyyskokeiden informaatioalusta The European PT Information System (EPTIS). EPTIS on voittoa tuottamaton järjestelmä, johon on kuvattu noin 3 000 pätevyyskoetta 40 maasta ympäri maailmaa. EPTIS:in tavoitteena on tarjota soveltuvia pätevyyskokeita eri toimijoille verkossa ja siten osaltaan lisätä ympäristötiedon laatua. (Lisätietoja: www.eptis.bam.de/)

Toimintamuutoksiin varautumisessa yksi keino näyttäisi olevan osaamisen ja vuorovaikutuksen varmistaminen verkostoitumalla kansallisesti, kansainvälisesti ja innovaatioekosysteemin eri toimijoiden kesken. Ympäristökemian alalla Eurooppaan on perustettu 6. puiteohjelman tukirahojen avulla vertailulaboratorioiden verkosto (NORMAN, <http://www.norman-network.net>). NORMAN edistää erityisesti merkitykseltään nouseviin ympäristöyhdisteisiin liittyvää tutkimusta, tiedonvaihtoa sekä implementointia Vesipuitelidirektiivin tarpeisiin. Ilmanlaadun alalla puolestaan toimii AQUILA verkosto (Air Quality Reference Laboratories <https://ec.europa.eu/jrc/en/aquila>). Kansallisesta tutkimuslaitosten verkostoitumisesta esimerkkinä Ranska on koonnut ympäristötiedon varmentamiseen lähes tuhannen asiantuntijan verkoston (Aquaref-konsortio www.aquaref.fr/consortium). Ruotsissa ”Kvalitetslandet” -foorumi edistää kansallisten arvoverkkojen toimijoiden vuorovaikutusta (<https://kvalitetslandet.se/>).

Suosittelava tapa seurata ja vaikuttaa kansainväliseen kehitykseen on tarjota vertailulaboratoriotoimijoille mahdollisuus osallistua kansainvälisiin työryhmiin, seminaareihin ja standardointikomiteoihin. Haastatteluiden mukaan tähän liittyvä toiminta on vähentynyt resurssien vähentyessä ainakin joissakin vertailulaboratorioissa.

9. Onko nähtävissä, että alalle olisi syntymässä uusia, disruptiivisia toimintamalleja, esimerkiksi alustatalouden, globalisaation ja digitalisaatiokehityksen myötä?

Datan merkityksessä ja keräyksessä tapahtuu muutoksia. Ympäristön tilatietoa keräävien sensoreiden kehittyessä niitä on yhä enemmän ja eri paikoissa. Eri lähteistä koottu ja eritasoinen tieto tulee entistä helpommin saataville. Alustatalouden edetessä dataa voidaan tarjota tai myydä yhä useampia kanavia pitkin. Tämä tuo haasteita myös datan omistuksen määrittelyyn – kuka datan omistaa, millä ehdoilla sitä voi myydä ja minkä tasoisena hyödyntää. Vertailulaboratorioiden rooli muuttuneen osaltaan varmistamaan myös digitaalisen ja mallinnetun tiedon lähteiden laatua.

Tekoälyllä tulee olemaan kasvavaa roolia muun muassa mittausjärjestelmien laadun valvonnassa ja massadatan hyödyntämisessä. Näköpiirissä on, että globaalit hakukoneyhtiöt ja muut vastaavat yritykset tulevat ympäristötietomarkkinoille ja tuottamaan tiedosta jalostettavia palveluita. Ne pystyvät tarjoamaan paikkaan sidottuja ympäristön tilatietoon liittyviä palveluita hakeamalla kohteesta kaiken Internetissä saatavilla olevan tiedon ja yhdistämään sen palvelun hankinnan tarpeisiin.

Verkostoissa tapahtuu muutoksia. Ne kasvavat jatkuvasti, ja syntyy viranomaisilta huomattamatta uusia verkostoja. Tämä ilmiö on selvästi nähtävissä yrityskaupoissa, kun kansainväliset yritykset ostavat suomalaisia yrityksiä. Nämä uudet verkostot hyödyntävät eri maissa olevaa

osaamista ja tuotantoa. Muutos on kiihtyvää. Tehokkuuden jatkuva haku vaatii toimintojen keskittymistä. Paikallinen laboratoriotoiminta on siten vähenemässä.

10. Olisiko nykyisille juridisille organisoitumismuodoille uusia vaihtoehtoja? Löytyykö tältä alueelta uusia liiketoiminta- ja johtamisinnovaatioita?

Panelistien arvion mukaan vertailulaboratoriot kuuluvat selkeimmin Valtion tutkimuslaitosten yhteyteen toiseksi valtion viraston yhteyteen. Näin ollen panelistien näkemykset tukevat nyky-mallin säilyttämistä. Jatkuvuuden turvaaminen on keskeistä, kuten myös kiinteä yhteys tutkimukseen. Vertailulaboratoriotoimintaa voidaan edelleen monipuolistaa. Tämä onnistuu kustannustehokkaasti siten, että vertailulaboratoriotyötä tekevät voivat osan työajastaan tehdä esimerkiksi tutkimustyötä omalla osaamisalueellaan. Tämä onnistuu, jos vertailulaboratoriot toimivat muiden, lähinnä valtion tutkimuslaitosten yhteydessä ja vertailulaboratoriotyöhön osallistuvilla on myös muuta toiminnan rahoitusta.

Säätiö-, yhdistys- tai osuuskuntapohjaisuutta ei pidetty toimivana eikä määrääkaikaisesti kilpailutettua vertailulaboratoriota potentiaalisena. Kilpailutuksessa nähtiin haasteita vertailulaboratoriossa työskentelevien sitoutumisessa jatkuvaan osaamisen ylläpitoon ja kehittämiseen sekä laitteiden ylläpitoon. Riippumattomuus ja asiakkaiden luottamus on varmistettava, siksi taloudelliset kytkökset tai eturistiriidat eivät saa haitata toimintaa.

Virtuaalilaboratoriossa vertailulaboratoriot olisivat fyysisesti erillään, mutta toimintaa johtaisi erillinen esikunta. Tällainen virtuaalilaboratorio voisi olla osakeyhtiö. Siellä voisi työskennellä esimerkiksi 10 henkilöä ja koordinaattori. Virtuaalilaboratoriomalli ei kuitenkaan saanut kannatusta panelistien keskuudessa. Virtuaalilaboratoriomallia kannattaisi kuitenkin harkita yhtenä vaihtoehtona luotaessa vertailulaboratorioratkaisuja esimerkiksi uusiin monialaisiin mittauskohteisiin, kuten sisäilman laatuun.

7. KESKUSTELUTEEMOJA

Raportin tekijöiden mukaan suositeltavia jatkokeskustelun aiheita ovat muun muassa seuraavat teemat:

1. Tärkeimpien *vahvojen ennakoivien trendien huomioiminen* toiminnan kehittämisen lähtökohdaksi. Esimerkiksi automatisoinnin haasteita ja vaikutuksia on pohdittava vertailulaboratoriotoiminnan kannalta, samoin uusien mitattavien asioiden tuomia mahdollisuuksia. Olisi myös määriteltävä *huoltovarmuuden kannalta kriittiset mitattavat kohteet* ja pohdittava ympäristöalan vertailulaboratoriotoimintaa huoltovarmuuden näkökulmasta. Ympäristöala tarkoittaa tässä laajaa ympäristökäsitettä (ks. Avainkäsitteet s. 4 ja Taulukko 1 s. 9).
2. *Heikkoihin signaaleihin* tarttumalla luodaan kilpailuetua. Tällaisia voisivat olla panelistien mukaan *vertailulaboratorioiden ja laitevalmistajien yhteistyö*, vertailulaboratoriotoiminnan voimakkaampi *kansainvälistäminen* ja vahvuusalueilla osaamisen tarjoaminen kansainväliseen yhteistyöhön Suomesta.
3. *Suomalaisen synergiaetuja tutkimuksen kanssa hyödyntävän vertailulaboratoriorakenteen tunnistaminen ja hyödyntäminen*. Vertailulaboratoriot sijaitsevat useimmiten valtion tutkimuslaitosten yhteydessä, ja vertailulaboratorioille työskentelevät jakavat aikaansa esimerkiksi tutkimuksen kanssa. Jos edelleen halutaan pitää mitattavien kirjo mahdollisimman laajana, näyttäisi siltä, että se onnistuu kustannustehokkaammin nykytyyppisellä synergisellä mallilla. Myös koulutuksen ja viestinnän vahvistamisen roolia pitäisi pohtia vertailulaboratoriotoimintaan suoraan kuuluvana, mutta mahdollisesti sitä myös synergisesti tukevana toimintona.
4. *Etenkin uusiin mittaustoiminnan mahdollisuuksiin on syytä tarttua ilmiöpohjaisesti* ja arvioida uusien organisoitumismallien käyttökelpoisuus siinä yhteydessä. Uusien mitattavien, kuten mikromuovin, sisäilman ja kiertotalouden ympäristövaikutusten osalta kannattaa pohtia ilmiöpohjaisuuden näkökulmasta luotavia vertailulaboratoriorakenteita, joissa hyödynnetään tehokkaasti useiden nykyisten vertailulaboratorioiden osaamista. Tällaisen yhteistyön onnistuminen edellyttää vertailulaboratoriotoimijoiden keskinäisen luottamuksen ilmapiiriä, jota kannattaa vaalia.
5. *Kansallisen ulottuvuuden säilyttäminen ympäristöalan mittaustoiminnassa*. Mikäli Suomessa olisi riittävästi kotimaisessa omistuksessa esimerkiksi teollisuuden ja kuntien intresseistä lähtevää mittaustoimintaa, sillä voitaisiin varmistaa mittaustoiminnan toimintojen läheisyys, nopeus ja saatavuus yllättävissäkin tilanteissa. Kotimainen ympäristöalan mittaustoiminta todennäköisemmin tukeutuisi myös kotimaiseen vertailulaboratoriotoimintaan kuin vastaavat ulkomaiset toimijat Suomessa. Tämä palvelisi koko innovaatioekosysteemin menestystä ja helpottaisi myös uusien mittaustoimintaa tekevien tai teknologiatoimittajayritysten markkinoille pääsyä. Tällaisen kansainvälisen keskittymiskehityksen vastatendenssin muodostuminen täytyisi tapahtua liiketoimintalähtöisesti ja sillä tulisi olla käytännössä kasvun ja kansainvälistymisen vahva pyrkimys. Yritysjohtaminen on tällöin keskeisimmässä roolissa. Se voisi olla mahdollista erityisesti kansallisilla mittaustoiminnan vahvuusalueilla, joissa suomalaista osaamista voitaisiin viedä ulospäinkin. Yhtenä mahdollisuutena, josta tällainen suuntaus voisi lähteä, pidettiin vesiensuojeluyhdistyksiä, jotka ovat usein kuntien ja teollisuuden perustamia. Niiden yhteyteen on muodostunut palveluliiketoimintaa. Toistaiseksi nämä

yhdistykset ja yhtiöt toimivat kukin erikseen pääosin omilla vesistöalueillaan. Nimestä huolimatta useissa näissä yhdistyksissä ja yhtiöissä on laajempaa kuin vain vesiin liittyvää ympäristömittausosaamista.

6. *Osaamista ja laboratorioinfrastruktuuria on kehitettävä ohjelmallisesti.* Osaava henkilöstö on myös huoltovarmuuden paras tae. Kansainvälistymisen lisääminen on keskeinen näkökulma ja varmistus osaamiselle. Tässä lähtökohtana ovat muun muassa tutkimuksessa esiin nousseet uudet vertailulaboratoriotoimintaan vaikuttavat teknologiat. Tavoite voisi olla vertailulaboratorioinfrastruktuurin kehittäminen Suomessa osana eurooppalaista tutkimusinfrastruktuuria. Kansainvälistä vertailulaboratoriotoiminnan harmonisointia tekevää verkostotoimintaa on jo olemassa esimerkiksi ilmanlaadun alalla EU:n AQUILA verkosto.
7. *Vertailulaboratoriotoiminta tulisi nähdä osana Suomen viennin edistämistä ja laadun varmistusta* Ruotsin esimerkin mukaisesti (ks. esim. Björklof 2018). Tähän kuuluisi muun muassa sen varmistaminen, että vertailulaboratorioiden piiristä on mahdollisuus osallistua erilaisiin kansainvälisiin standardointityöryhmiin. Valtionhallinnon piirissä tulisi harkita näistä lähtökohdista myös kehittämishanketta.
8. Julkishallinnon toimesta olisi luotava edellytykset, *forumi*, sille, että vertailulaboratoriotoiminnan innovaatioekosysteemiin kuuluvat toimijat voisivat käydä luontevaa vuoropuhelua ilman, että tulee tunne riippumattomuuden menetyksestä. Tarve on muun muassa vertailulaboratorioiden ja laitetoimittajien yhteistyön mahdollistamiseen niin, että vertailulaboratoriot voisivat säilyttää riippumattoman asemansa.
9. *Vertailulaboratoriotoiminnan koordinoitukysymystä ympäristömittauksissa* on pohdittava. Hallinnonaloista riippumatonta tahoa toisaalta kaivataan, toisaalta arvostetaan substanssiosaamista koordinoinnin lähtökohtana. Aihe on ollut keskusteluissa ja kehittämisesityksissä pitkään. Koordinaation tarve vaihtelee toiminnoittain ja aihealueittain. Olemassa olevia toimivia malleja ei tulisi hajottaa. Parhaat käytännöt on hyvä tunnistaa ja toiminnan yhteistyötä kannattaa vahvistaa. Erikoistuneilla aloilla kansainvälinen toiminta esimerkiksi EU-verkostoissa on osin kansallista koordinaatiota tärkeämpää.
10. *Vertailulaboratoriotoiminnan kansainvälistämisen edistäminen ja osaamisen tarjoaminen vahvuusalueilla.* Vahvuusalueet voivat liittyä muun muassa maantieteestämme lähteviin vahvuuksiin ja tässä tutkimuksessa testattuihin tärkeimpiin arvонуontiverkostojen teemoihin. Esimerkiksi ne voivat liittyä veteen ja terveyteen, ilmanlaatuun sekä toimintatapaan, jossa laaja-alainen yhteistyö on keskeistä. Vertailulaboratoriotoiminta-käsite sisältää lähtökohtaisesti kansainvälisen verkottumisen ulottuvuuden muiden alan vertailulaboratorioiden kesken. Tätä suuntaa pitää vahvistaa, se toimii myös oman osaamisen ja vahvuusalueiden – kuten myös heikkouksien – tunnistamisen keinona. Osallistuminen tiiviisti kansainvälisiin oman alan työryhmiin ja seminaareihin antaa ensi käden tietoa muutoksista ja tarjoaa mahdollisuuden olla edistämässä suomalaiselle yhteiskunnalle ja elinkeinoelämälle tärkeitä teknologioita ja muita ratkaisuja.

LÄHTEET

Bearing Point Oy (2008) Toim. Heinäsmäki M, ja Asikainen H. Valtiovarainministeriön tilaama selvitys eräiden valtion laboratoriotöimintöjen järjestämisestä. Bearing Point, Management and Technology Consultants, 30.6.2008.

Björklöf, Katarina (2018) Heja Sverige: Laatutietoisuus Ruotsin viennin kasvuvallti. Blogikirjoitus 1.8.2018 osoitteessa www.labrat2030.fi.

Choudary, S.P. (2015) Platform Scale. How an Emerging Business Model Helps Startups Build Large Empires with Minimum Investment. Platform Thinking Labs. Singapore.

Chile, (2017) Design of the technological institution and reference center for Chile. First Integrated Report No1B, International review. Team of writers: Riitta Koivikko, Teemu Näykki, Antti Wemberg, Jari Walden, Tuula Pellikka, Tuula Kajolinna and Tero Väisänen. 22 March 2017. (Julkaisematon työmuistio / Unpublished working report).

Dufva, M. (2018) Heikot signaalit. SITRA. Verkkosivut: <https://www.sitra.fi/caset/heikot-signaalit/>

Godet, M. (2012) To predict or build the Future? Reflections on the Field and Differences between Foresight and La Prospective. The Futurist, May–June, 46/3.

GSO-listan 14 reunaehtokriteeriä. Group of Senior Officials on Global Research Infrastructure. GSO Framework. Presented to the G7 Science Minister's Meeting. Turin, 27–28 September 2017.

Harmaakorpi, Vesa & Rinkinen, Satu (2015) Kohti ekosysteemiperustaista innovaatiopolitiikkaa. Policy Brief 10/2015, Tekes. Helsinki.

Hendersson, Bruce D. (1970) The Product Portfolio. Teoksessa Stern, Carl W. & Michael S. Deimler (toimittajia) (2009): The Boston Consulting Group on Strategy. Classic Concepts and New Perspectives. 35–37. John Wiley & Sons, Inc. 2. painos.

Hiltunen, E. (2010) Weak signals in organizational futures learning. Aalto University School of Economics. Acta Universitatis Oeconomicae Helsingiensis, A 365. Helsinki.

Humphrey, A.S. (1986) Gearing up for Change. Management Decision, 24(6), 12–15.

Ilmola, L. & Kuusi, O. (2006) Filters of weak signals hinder foresight: Monitoring weak signals efficiently in corporate decision making. Futures 38:8, 908–924.

Hirvi, T. (2007) Kemiallisen analytiikan tuottamisen tehostaminen. Valtiovarainministeriö, selvitysmiesraportti 30.11.2007.

Kaivo-oja, J. (2016) Big Data ja ennakkointi: Toimintamallit ja haasteet tulevaisuudentutkimukselle. Futura, Vol. 35, No. 2, 19–29.

Kaivo-oja, J. & Lauraeus, T. (2018) Disruption Management and the Orchestration of Dynamic Capabilities: Seeking Dynamic Smart Disruptor Profile. 10th International Scientific Conference "Business and Management 2018" May 3–4, 2018, Vilnius, Lithuania. Section: Contemporary Business Management Challenges and Opportunities. <http://www.bm.vgtu.lt/index.php/verslas/2018/paper/viewFile/460/121>

Kaivo-oja, J. (2018) Heikkojen signaalien, villien korttien ja skenaarioiden keskinäisistä käsitteellisistä suhteista. Intellectual Transit Zone. Verkkosivut: <https://intellectualtransitzone.wordpress.com/2013/01/20/heikkojen-signaalien-villien-korttien-ja-skenaarioiden-keskinaisista-kasitteellisista-suhteista/>

Kaivo-oja, J. (2012) Weak signals analysis, knowledge management theory and systemic socio-cultural transitions. Futures, Vol. 44, 206–217.

Kamppinen, Matti – Kuusi, Osmo & Söderlund, Sari (toim.) (2002) Tulevaisuudentutkimus. Perusteet ja sovellukset. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura. 928 s.

Inkeröinen, Jouko & Väisänen, Tero (2018) Katsaus aiempiin valtionhallinnossa tehtyihin ympäristöalan laboratorioselvityksiin sekä vertailulaboratoriotoimintaan Euroopassa. 25 s. www.labrat2030.fi

Karjula, Kyösti & Myllylä, Yrjö (2006). Vaurastuminen kansallisena velvollisuutena – Alueellisen yritys- ja innovaatiotoiminnan selvitysraportti. 102 s. Valtioneuvoston kanslian julkaisuja 12/2006. Helsinki.

Kuusi, Osmo, Bergman, Timo & Salminen, Hazel (toim.) (2013) Miten tutkimme tulevaisuutta? Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry, 336 s.

Kuusi, O. & Kaivo-oja, J. (2018) Global value producing networks based on the backcasting logic of technology foresight. 6th International Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA) – Future in the Making, Brussels, 4–5 June 2018. The paper in final expert panel of the FTA 2018. Brussels. 24 s.

Lauttamäki, Ville (2016) ACTVOD-futures workshop – a generic structure for a one-day futures workshop, Foresight, Vol. 18 Issue: 2, 156–171.

Linturi, Risto & Kuusi, Osmo (2018) Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037” seuraavat yhteiskunnan toimintamallit uudistavat radikaalit teknologiat. 565 s. [Eduskunnan Tulevaisuusvaliokunnan julkaisuja 1/2018](http://EduskunnanTulevaisuusvaliokunnanJulkaisuja/1/2018).

Luotola, M. & Väisänen, T. (2004) Ympäristöhallinnon laboratorioverkko. Yhteistyöllä tehokkaaseen asiakaslähtöiseen toimintaan. Ympäristöministeriön moniste 142, 2004.

Luotola, M. – Pehkonen, R. – Näykki, T. & Väisänen, T. (2012) Verkostomainen yhteistyö ympäristöhallinnon laboratoriotoiminnan menestystekijänä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 25/2012.

Turoff, Murray (2002) The Policy Delphi. Teoksessa Linstone, H. & Turoff, M. (toim.) The Delphi method: techniques an applications. Digitaalinen versio. 15.11.2005. <http://is.njit.edu/pubs/delphibook>

Turoff, M. (1975) The Policy Delphi. Teoksessa Linstone, H. & Turoff, M. (toim.) The Delphi method: techniques an applications, 84–101. Addison-Wesley, London.

Mendonca, S., Pina e Cunha, M., Kaivo-oja, J. & Ruff, F. (2004) Wild cards, weak signals and organisational improvisation. Futures, Vol. 36, 201–218.

MMM (2007) Työryhmämuistio MMM 2007:6. Maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan virastojen ja laitosten laboratoriopalvelujen rationalisointi. 87 s. http://mmm.fi/documents/1410837/1790809/trm2007_6_kokonainen.pdf/de67b76d-dbac-4bd1-abaf-77c6703db780

Metsämuuronen, Jari (2006). Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Tutkijalaitos. 1324 s. International Methelp Ky, Helsinki.

Myllylä, Yrjö (2018a) Vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi ympäristömittauksissa – Delfoi-paneelin 1. haastattelukierroksen yhteenvetoraportti (Pilottihaastattelu). 44 s. www.labrat2030.fi.

Myllylä, Yrjö (2018b) Vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi ympäristömittauksissa – Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksen yhteenvetoraportti. 187 s. www.labrat2030.fi.

Myllylä, Yrjö (2018c) Vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi ympäristömittauksissa – Hanke-suuunitelma, 8.11.2017.

Myllylä, Yrjö – Kaivo-oja, Jari & Inkeröinen, Jouko (2018) Vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi ympäristömittauksissa – Tulevaisuusverstaan 21.8.2018 Yhteenvetoraportti. 50 s. www.labrat2030.fi.

Myllylä, Yrjö (2013) Arktisen meriteknologian ennakointi – Uudenmaan pk-yritysten näkökulmasta. (*Arctic Maritime Technology Foresight*) 141 s. Uudenmaan ELY-keskuksen julkaisuja 13/2013. <http://amtuusimaa.net/2013/06/01/arktisen-meriteknologian-ennakointi-loppuraportti/>.

Myllylä, Yrjö (2008) Murmanskin alueen teollinen, logistinen ja sosiaalinen tulevaisuus vuoteen 2025. 317 s. Julkaisija RD Aluekehitys Oy (Väitöskirjan tulostusversio).

- Myllylä, Yrjö – Kaivo-oja, Jari & Juga, Jari (2016) Strong Prospective Trends in the Arctic and Future Opportunities in Logistics. *Polar Geography*, DOI: 10.1080/1088937X.2016.1184723. To link to this article: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1088937X.2016.1184723>
- Myllylä, Yrjö & Kaivo-oja, Jari (2015) Integrating Delphi methodology to some classical concepts of the Boston Consulting Group framework: Arctic maritime technology BCG Delphi foresight – A pilot study from Finland. *European Journal of Futures Research*. 3:2, Springer. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40309-014-0060-7>.
- Myllylä, Yrjö & Kaivo-oja, Jari (2014) *Trends Relevant the Arctic. In the book: SMARCTIC – A Roadmap to a smarctic Arctic specialisation*. University of Oulu, Thule-Institute, Oulu University of Applied Sciences. VTT. <http://issuu.com/hanneleh/docs/smarctic/0>.
- Myllylä, Yrjö – Marttinen, Jouni & Kaivo-oja, Jari (2012) Ennakointi demokratian vahvistajana. Esimerkkinä EU:n palkitsema TKTT-konsepti ja muut kansainvälisessä arvioinnissa esille nostetut suomalaiset ennakkointikäytännöt. *Futura* 4/2012. 38–49. <http://www.doria.fi/handle/10024/93163>.
- Nieminen, J. (2012) Raportti selvityksestä mittanormaali- ja vertailulaboratorioiden tehtävien kartoittamiseksi sekä metrologian koordinoinnin ja ohjauksen kehittämiseksi. TEM raportteja 10/2012. TEM Elinkeino- ja innovaatio-osasto/innovaatiopolitiikka. 22.3.2012.
- OECD (2017) Trust in the government decreased significantly in Finland. Government at a Glance. Country Fact Sheet & Core government results. Finland. <https://www.oecd.org/gov/gov-at-a-glance-2017-finland.pdf>
- Oikari, R. (2009) Selvitystyö mittanormaali- ja vertailulaboratoriotoiminnan kokoamiseksi. Valtiovarainministeriö, selvitysmiesraportti 6.11.2009. Julkaisematon.
- Ranjan, K. R. & Read, S. (2014) Value co-creation: Concept and measurement. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44(3), 290–315.
- Sackman, H. (1975) *Delphi Critique*. The RAND Corporation. 146 s. Lexington Books, Toronto.
- STM (2009) Sosiaali- ja terveydenhuollon hallinnonalan laboratoriotoimintaa selvittävän työryhmän raportti, 2009. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/72858/URN%3ANBN%3Afi-fe201504225114.pdf?sequence=1>.
- Stähle, Pirjo & Pirttivaara, Mika (toim.) (2015) Rikastuttava yhteistyö ja uudet toimintamallit. Innovaatioekosysteemi yhteiskunnan ajurina. Tekes Review 317/2015. Helsinki.
- SYKE (2005) Suomen ympäristökeskuksen vertailulaboratorion arviointi 2005. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41727/YMr6_2006.pdf?sequence=2
- Tikka, V. & Gävert, N. (2014) Arvon luonnin uusi aalto. Näin rakennetaan tämän vuosisadan arvokkaimmat yritykset. Tekesin katsaus 309/2014. TEKES, Helsinki.
- Kamppinen, Matti & Osmo Kuusi & Sari Söderlund (toim.) (2002) *Tulevaisuudentutkimus: perusteet ja sovelluksia*. 928 s. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Vargo, S.L. & R.F. Lusch, R.F. (2008) Service-dominant Logic: Continuing the evolution. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36 (1) (2008), 1–10.
- Vargo, S.L & Lusch, R.F. (2011) It's all B2B... and beyond: Toward a systems perspective of the market. *Industrial Marketing Management*, 40 (2) (2011), 181–187.
- VM Komiteanmietintö (2010) Mittanormaali- ja vertailulaboratoriotoiminnan kokoamista selvittäneen työryhmän muistio. Valtiovarainministeriö 7/2010.
- Westerberg, Lars-Martin – Kukkonen, Jussi & Virtasalo, Juha (2004) Suomen ympäristökeskuksen vertailulaboratorion arviointi 2005. Ympäristöministeriön raportteja 6/2006. 30 s. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41727/YMr6_2006.pdf?sequence=1

LIITE 1. DELFOI-PANELISTIT JA TULEVAISUUS- VERSTAASEEN OSALLISTUNEET

Ympäristöalan vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi Pilottihaastattelut – Delfoi-paneelin 1. haastattelukierros

Panelistit:

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Hietala, Jari | Eurofins Scientific |
| 2. Häkkinen, Pekka | Etelä-Savon ELY-keskus, Mikkeli |
| 3. Höjjer, Laura | Ympäristöministeriö, Helsinki |
| 4. Lehtonen, Marja | Geologian tutkimuskeskus GTK, Espoo |
| 5. Lukkariniemi, Mari | Elintarviketeollisuuden liitto, ETL |
| 6. Marjasvaara, Asse | Geologian tutkimuskeskus GTK |
| 7. Marttinen, Sanna | Tulanet-verkosto |
| 8. Mutanen, Jari | Pohjois-Savon ELY-keskus, Kuopio |
| 9. Mäkelä, Pia | Evira, Helsinki |
| 10. Nieminen, Janne | Evira, Helsinki. |
| 11. Ojala, Markku | Vesitieto Oy, Oulu |
| 12. Pursiainen, Jouni | Oulun yliopisto |
| 13. Savolainen-Kopra, Carita | Terveysten ja hyvinvoinnin laitos, THL, Helsinki |
| 14. Tanhuanpää, Marleena | Elintarviketeollisuuden liitto, ETL, Helsinki Outokumpu |
| 15. Vikman, Tarja | KVVY Tutkimus Oy, Kokemäenjoen Vesiensuojeluyhdistys ry, Tampere |
| 16. Väisänen, Tero | SYKE, Oulu |

Delfoi-paneelin 2. kierroksen paneeli

Panelistit intressiryhmittäin:

Vertailulaboratorioryhmä (12)

1. Carita Savolainen-Kopra	Terveysten ja hyvinvoinnin laitos, THL
2. Hanna Hovi	Työterveyslaitos, TTL
3. Hannele Hakola	Ilmatieteen laitos, IL
4. Katriina Kyllönen	Ilmatieteen laitos, IL
5. Kristian Meissner	Suomen ympäristökeskus, SYKE
6. Marja Lehtonen	Geologinen tutkimuskeskus, GTK
7. Martti Heinonen	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
8. Mirja Leivuori	Suomen ympäristökeskus, SYKE
9. Pia Mäkelä	Elintarviketurvallisuusvirasto, Evira
10. Sanna Marttinen	TULANET
11. Tero Eklin	Suomen ympäristökeskus, SYKE
12. Timo Ryyppö	Ilmatieteen laitos, IL

Yksityiset toimijat ryhmä (11)

Toiminnanharjoittajat

1. Anja Lanteri	Boliden Kokkola Oy
2. Mari Lukkariniemi	Elintarviketeollisuusliitto ry, ETL
3. Pia Siirola-Kourunen	UPM Kymmene Oyj
4. Virve Heikkinen	Kip Service Oy

Palveluliiketoimintaa tekevät laboratoriot,

5. Tapani Eskola	Kymen Vesi Oy (ex tj)
6. Esa Korkeamäki	Kymijoen vesi ja ympäristö ry
7. Jukka Hartikainen	Ympäristötutkimus Oy
8. Eero Antikainen	Savonia Ammattikorkeakoulu Oy

Teknologia- ja järjestelmätoimittajat

9. Risto Hiljanen	EHP Environment Oy
10. Toni Laurila	Sensmet Oy
11. Heikki Turtiainen	Vaisala Oy

Julkiset toimijat ryhmä (11)

Julkinen hallinto

1. Hanna Halmeenpää	Eduskunta
2. Jari Mutanen	Pohjois-Savon ELY-keskus
3. Jyrki Hakola	Huoltovarmuuskeskus
4. Kari Synberg	Sosiaali- ja terveysministeriö
5. Petri Liljaniemi	Ympäristöministeriö
6. Ritva Heikkinen	Business Finland

Tutkijat ja riippumattomat tahot

7. Timo Hirvi	Finntesting ry
8. Johan Bobacka	Åbo Akademi
9. Jouni Pursiainen	Oulun yliopisto
10. Riitta Saares	Finas
11. Risto Oikari	Kajaanin ammattikorkeakoulu.

Tulevaisuusverstaas ”Ympäristöalan vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi”, 21.9.2018

Tulevaisuusverstaan osallistujat

1. Koordinaatio

Jaana Järvinen	VTT MIKES
Janne Nieminen	Evira
Jouko Inkeröinen	Kvantum-instituutti, Oulun yliopisto
Mirja Leivuori	Suomen ympäristökeskus SYKE
Petri Liljaniemi	Ympäristöministeriö

2. Omistus

Aino Sipari	Liikenne- ja viestintäministeriö
Taina Korpiharju ⁵	KVVY Tutkimus Oy
Tero Eklun	Suomen ympäristökeskus SYKE
Timo Hirvi	Finntesting ry
Tuomo Valkeapää	Metrologian neuvottelukunta/Tukes

3. Teknologiat

Hanna Hovi	Työterveyslaitos
Katriina Kyllönen	Ilmatieteen laitos
Marja Lehtonen	Geologian tutkimuskeskus GTK
Sanna Marttinen	Tutkimuslaitosten yhteenliittymä Tulanet
Kristian Meissner	Suomen ympäristökeskus SYKE

4. BCG

Juhani Vänskä	Salofa Oy
Katarina Björklöf	Suomen ympäristökeskus SYKE
Riku Eskelinen	Pohjois-Savon ELY-keskus
Sani Marttila	KRP/Rikostekninen laboratorio
Yrjö Myllylä	Tulevaisuuden tutkimuskeskus

5. Uudet mitattavat

Heikki Turtiainen	Vaisala Oyj
Tuija Sinervo	FINAS-akkreditointipalvelu / TUKES
Tuula Kajolinna	VTT
Vesa Virtanen	Oulun yliopisto, Kajaanin yliopistokeskus

6. Huoltovarmuus

Anna-Liisa Myllyniemi	Evira
Karri Saarnio	Ilmatieteen laitos
Meerit Kämäräinen	Säteilyturvakeskus
Tarja Sarjakoski	THL
Tero Väisänen	Suomen ympäristökeskus SYKE

⁵ Edustaa myös Tarja Vikmania, KVVY Tutkimus Oy

LIITE 2. DELFOI-PANEELIN 2. HAASTATTELUKIERROKSEN TEEMAT

Haastattelun teemat

I TOIMINTAYMPÄRISTÖN MUUTOKSET VUOTEEN 2030

- Tärkeimmät muutostekijät ja trendit
- Heikot signaalit
- Villit kortit

II VAIKUTUKSET VERTAILULABORATORIOITOIMINTAAN – NYKYTILA JA VISIO 2030

- SWOT
- Uudet teknologiat, toimintamallit ja tehtävät
- Arvoverkot ja toimijoiden roolit
- Organisoitumismalleja ja mahdollisuuksia
- Tulevaisuuskuvien yhteenvetoa

III KEHITTÄMISSUOSITUKSET JA VAPAAMUOTOISET KOMMENTIT

Delfoi-paneelin 2. haastattelukierroksen tavoitteena on mm. jalostaa ja arvottaa Delfoi-paneelin 1. kierroksella esille nousseita ideoita laajemmalla Delfoi-paneelilla. Kierroksen kysymyksenasettelussa on pyritty hyödyntämään myös muuta taustamateriaalia.

Tutkimuskysymykset:

1. Saadaanko kansallisella vertailulaboratorioitoiminnalla aikaan tuloksia ja vaikuttavuutta, johon toiminnalla pyritään eri asiakasryhmien (esim. kansalaiset, yritystoiminta, hallinto) näkökulmasta?
2. Onko jokin potentiaalinen vaikuttavuushyöty jäänyt huomiotta tai toteutumatta? Miksi näin on mahdollisesti tapahtunut?
3. Onko toiminnalla ristiriitaisia ja myönteiset vaikutukset eliminoivia vaikutuksia?
4. Millä aikajänteellä ja tavoilla uusien teknologioiden ja yhteiskunnallisten muutosten odotetaan muuttavan toimialaa ja sitä kautta vertailulaboratorioitoiminnan roolia? Onko näköpiirissä liiketoimintoja tuhoavia muutostekijöitä ”Punaisen meren strategisella alueella”?
5. Mitkä tekijät tukevat kehitystä, entä mitä voidaan nähdä alan tulevaisuuden haasteina? Mitkä ovat toimialan ”Sinisen meren avoimet ikkunat”, joihin olisi syytä kiinnittää huomiota?
6. Mitkä ovat toimintaympäristön muutoksiin vastaamisen tärkeimmät edellytykset? (organisointuminen, toimintatavat, yhteistyömuodot, sopeutuminen mittaustoiminnan paradigman muutoksiin?), onko toimialalle tarvetta luoda omia alustatalouden toimintamalleja?
7. Miten kansallinen vertailulaboratorioitoiminta ja sen kehittäminen suhteutuu muiden EU-maiden pyrkimyksiin ja organisoitumiseen? Onko Suomen vertailulaboratorioklusterilla mahdollisuus profiloitua eräänä EU:n keskeisenä tutkimusinfrastruktuurina (Research Infrastructure, RI)? Täyttääkö Suomen vertailulaboratorioklusteri EU:n uudet GSO-kriteerit?
8. Miten muualla on varauduttu uusien teknologioiden ja uusien globaalien arvoverkkojen ja alustojen edellyttämiin toimintamuutoksiin? Onko toiminta organisoitu älykkäästi siten, että vertailulaboratorioklusterin arvoverkon lisäarvo on sen mahdollista potentiaalia vastaava?
9. Onko nähtävissä, että alalle olisi syntymässä uusia, disruptiivisia toimintamalleja, esimerkiksi alustatalouden, globalisaation ja digitalisaatiokehityksen myötä?
10. Olisiko nykyisille juridisille organisoitumismuodoille uusia vaihtoehtoja? Löytyykö tältä alueelta uusia liiketoiminta- ja johtamisinnovaatioita?

LIITE 3. TULEVAISUUSVERSTAAN KESKEISIÄ TULOKSIA

Tulevaisuusverstaan keskeisiä tuloksia

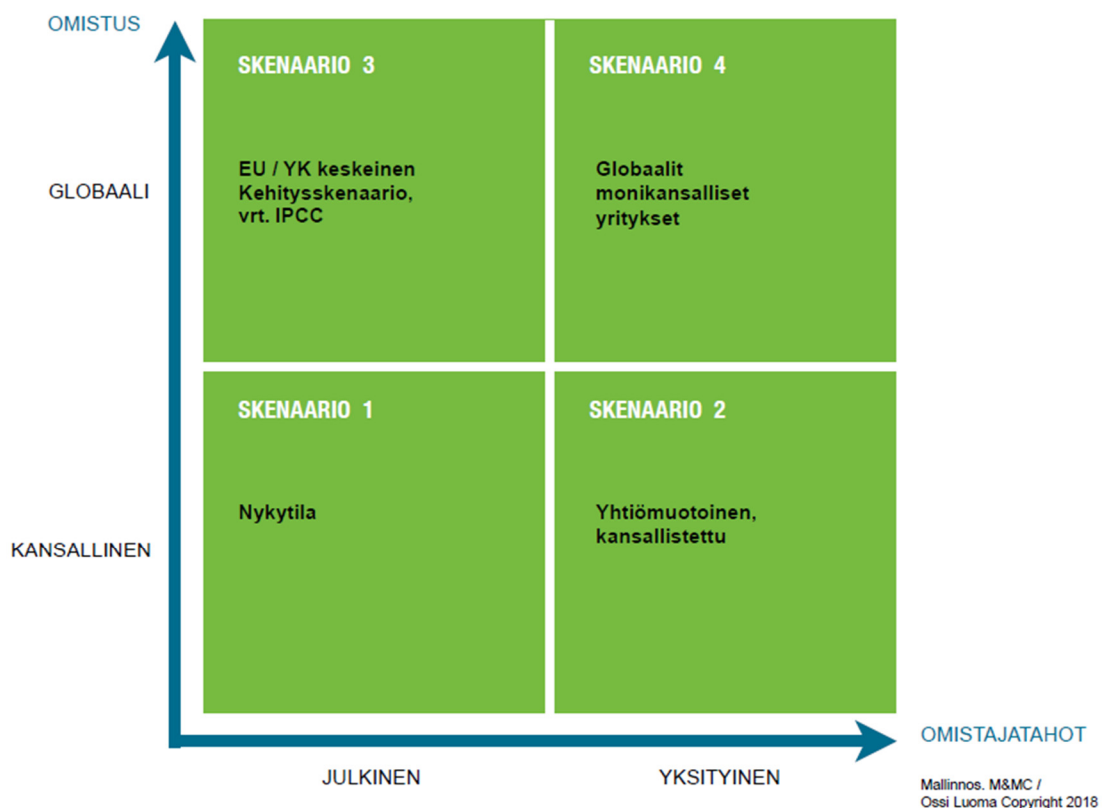


Ympäristömittausten vertailulaboratoriotoiminnan koordinointi vuonna 2030: Annettu nykytila ja tulevaisuuden tila -vaihtoehdot: Koordinaation ulottuvuudet olivat hajautettu-keskitetty ja heikko-vahva. Nykyinen tilanne asetoittiin heikko-hajautettu -tilaan. Ks. kuva 20.

Tulevaisuuspyörä-analyysi

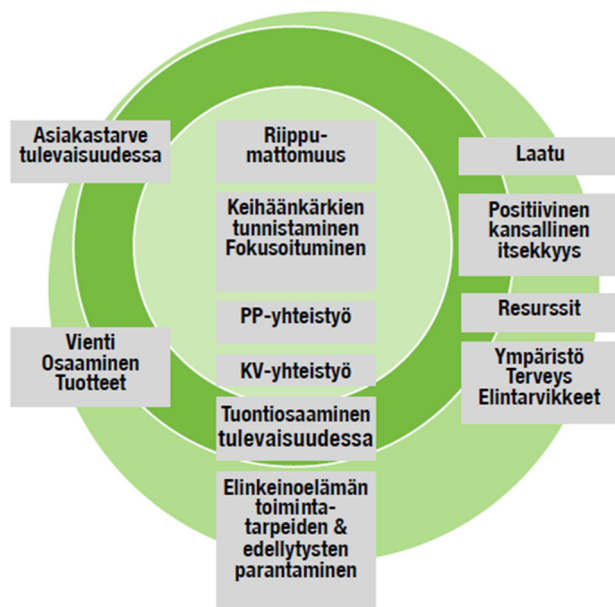
Toivottu ja haluttu tulevaisuus: Koordinaation kannalta tärkeitä teemoja ovat lainsäädäntö mukaan lukien Euroopan unionin lainsäädäntö, sektoreiden välinen koordinaatio, uudet sektorirajat ylittävät mitattavat, "Väliinpuotoajat".

Visiona on: "Sektoreista riippumaton, asia- ja ilmiöpohjaisesti toimiva verkosto".



Ympäristömittausten vertailulaboratoriotoiminnan omistus vuonna 2030:

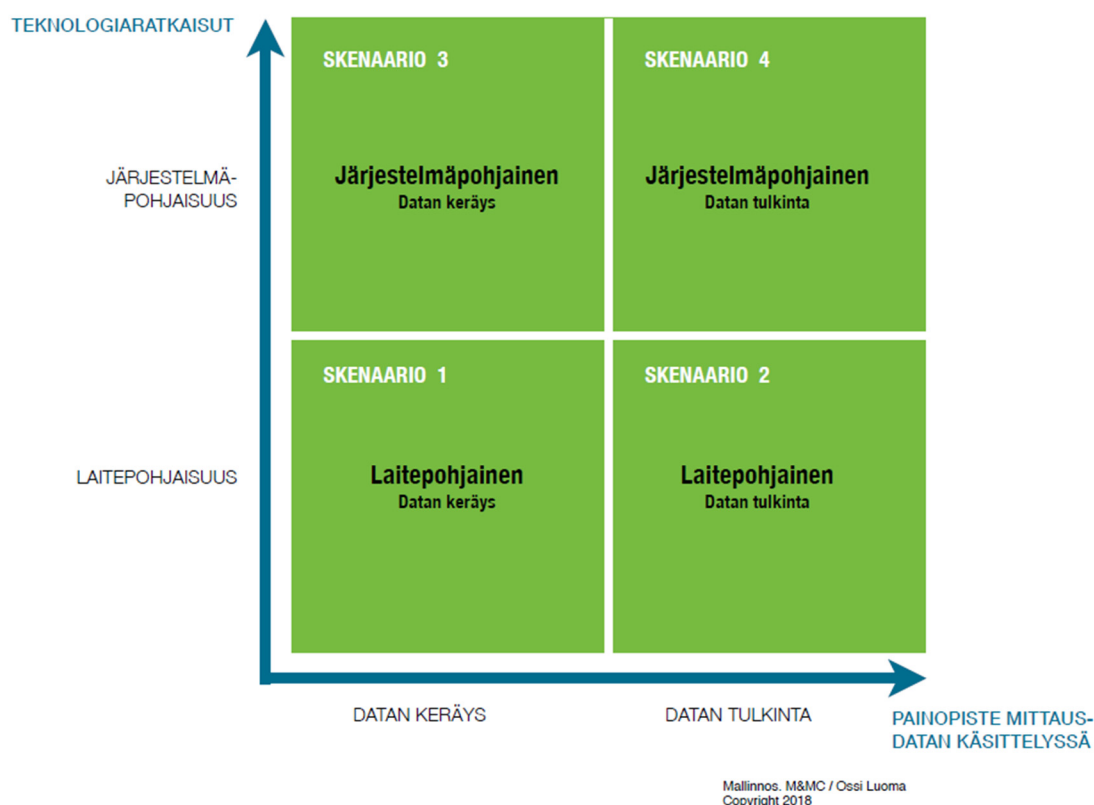
Annettu nykytila ja tulevaisuuden tila -vaihtoehdot: Omistuksen ulottuvuudet olivat julkinen-yksityinen (omistajatahot) ja kansallinen-globaali. Nykyinen tilanne asemoitiin julkinen-kansallinen -tilaan.



Mallinnos. M&MC / Ossi Luoma Copyright 2018

Ryhmä päätyi seuraavaan toivottuun ja mahdollisena pidettyyn tulevaisuuskuvaan ja skenaarioon: Tärkeitä pääteemoja ovat riippumattomuus, keihäänkärkien tunnistaminen ja fokusointi, Public-Private yhteistyö ja kansainvälinen yhteistyö. Toimijoita ovat: Julkinen taho entistä keskittymmin ja kansainvälisesti arvostetulla statuksella sekä "Designated institutes".

Visiona on: "Keskitetympi julkinen omistaja luo laadusta suomalaisia vientituotteita." **Vertailulaboratoriotoimintaosaamisen viennin kehittäminen hallituksen kärkihankkeeksi.** Resurssit ja poliittisten toimijoiden aktivointi.



Ympäristömittausten vertailulaboratoriotoiminnon reagointi teknologian muutokseen vuoteen 2030: Annettu nykytila ja tulevaisuuden tila -vaihtoehdot: Teknologiamuutoksen ulottuvuudet ovat laitepohjaisuus-järjestelmäpohjaisuus ja datan keräys-datan tulkinta datan käsittelyssä. Esimerkiksi Online -mittaaminen ja automatisaatio on trendi, joka näyttää johtavan monessa tapauksessa laitepohjaisista ratkaisuista järjestelmäpohjaisuuteen. Nykyinen tilanne asemoitiin laitepohjaiseen datan keräykseen.

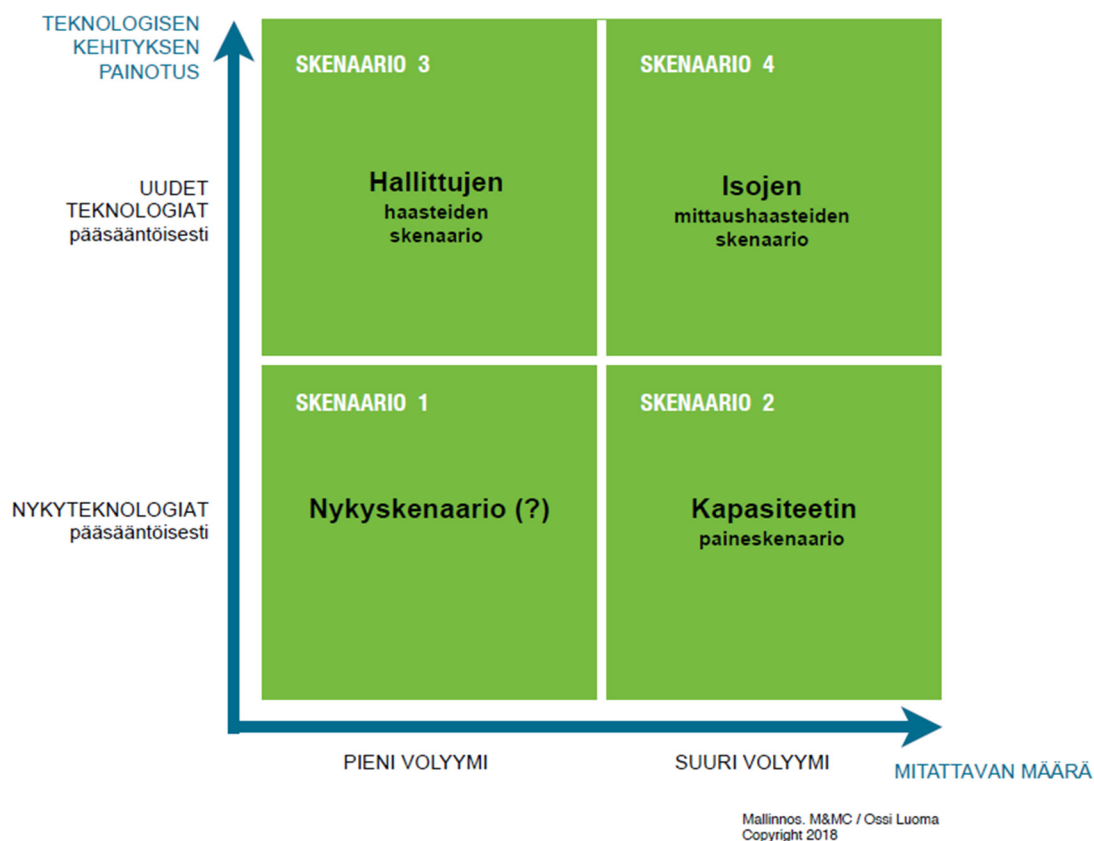


Ryhmä päätyi seuraavaan toivottuun ja mahdollisena pidettyyn tulevaisuuskuvaan ja skenaarioon: Tärkeitä pääteemoja ovat: kyvykkyys teknologioiden tunnistamiseen ja haltuunottoon, primaarituloksen varmistamisesta päätöksenteon tukemiseen. Toimijoina ovat: laitevalmistajat, yritykset, mittaajat, CSC-tyyppiset data-analytiikan osaajat, tutkimuslaitokset ja yliopistot.

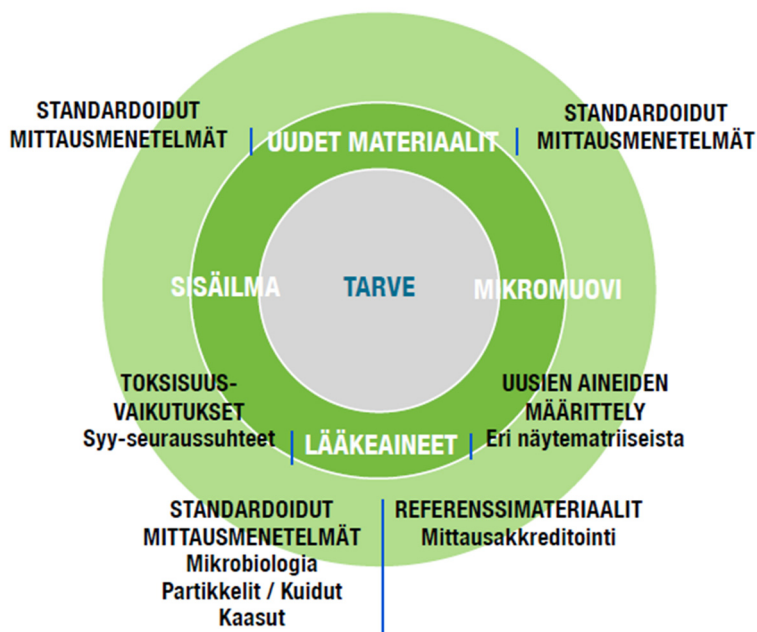
Visiona on: ”**Automatisoidut päätökset vertailulaboratorioiden piiriin mittaustulosten perusteella.**”

BCG-analyysi 2030. Ympäristömittausten laboratoriotoimintaan tulevat vaikuttamaan tietyt radikaalit teknologiat, joissa vertailulaboratorioilla tulee olla osaamista. Näiden merkitystä vuonna 2030 täsmennettiin Boston Consulting Groupin (BCG) tuoteporfolioanalyysillä. BCG-analyysin tarkastelu-ulottuvuudet olivat teknologian leviämisen kasvunopeus ja volyymi/leviäisyys. Ajatus on, että tuotteilla ja teknologioilla on elinkaari, menestyäkseen toiminnalla on oltava muissa paitsi lemmikki-ryhmissä tuotteita. Vaihtoehdot ovat auringon nousun tuotteet/teknologiat, tähtituotteet/teknologiat, kassavirran lähteet/lypsylehmät tuotteet/teknologiat ja lemmikit/kulkukoirat teknologiat. Ryhmän tehtävänä oli sijoittaa Delfoi-paneelin tunnistamat 14 vertailulaboratoriotoimintaan eniten vaikuttavaa teknologiaa vuoteen 2030 mennessä analyysissä oikeaan tuoteryhmään. Analyysin pohjalta on mahdollista suunnitella toimenpiteitä teknologian käyttöönoton edistämiseksi. Radikaalit teknologiat on esitetty tarkemmin Linturin ja Kuusen teoksessa (2018).

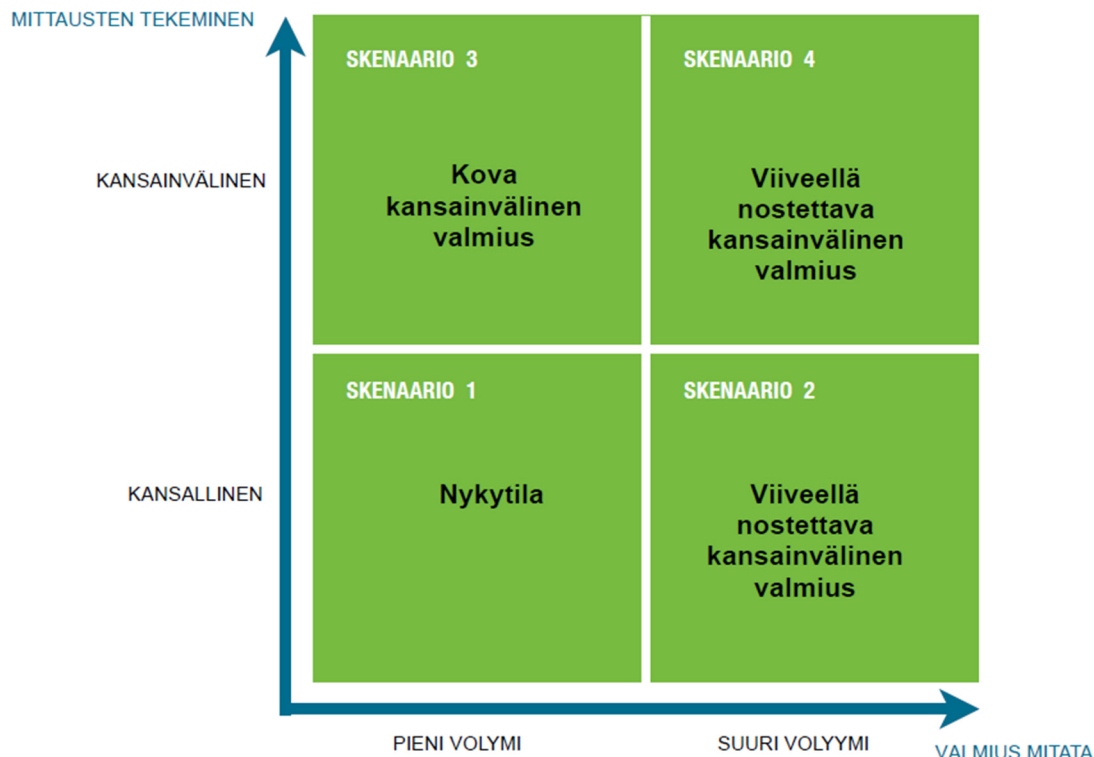
Verstasryhmän mukaan (ks. kuva 7, s. 19) toimijoina teknologian käyttöönotossa ovat: tiedon tuottajat, sensori-, laite-, menetelmäkehittäjät, vertailulaboratoriot, palveluliiketoimintaa tekevät laboratoriot, koulutusorganisaatiot, tiedonkäyttäjät, viranomaiset, suuri yleisö, esimerkkinä mökkiläiset. Analyysin mukaan (visio) Laboratoriotoimintaan vaikuttavat uudet teknologiat (analyysissä ”kassavirran lähteet”), joihin vertailulaboratorioissa on oltava valmius vastata vuonna 2030: Pilvilaskenta ja -tallennuspalvelut, nelikopterit ja muut dronet, ympäristön reaaliaikainen 3D hahmotus, kuvantaminen ja paikannus, aineen manipulointitavat, makean veden tuottaminen, sekä ubiikkiympäristö/IOT. Etenkin näiden teknologioiden edistämiseksi ja haluttuunottamiseksi on nyt tehtävä töitä. Samoin on edistettävä tähti-tuotekorin teknologioita, kuten uusia erotusteknologioita ja kiertotalouteen liittyviä teknologioita.



Ympäristötoiminnassa vuonna 2030 huomioitavat tärkeimmät uudet mitattavat erilaisissa teknologia- ja mitattavien volyymivaihtoehtoissa vertailulaboratorioiden näkökulmasta: Annettu nykytila ja tulevaisuuden tila -vaihtoehdot: Ulottuvuudet olivat nykyteknologia-uudet teknologiat ja mitattavan määrässä pieni volyymi-suuri volyymi. Nykyinen tilanne asemoitiin nykyteknologiat pääsääntöisesti ja mitattavien pieni volyymi.

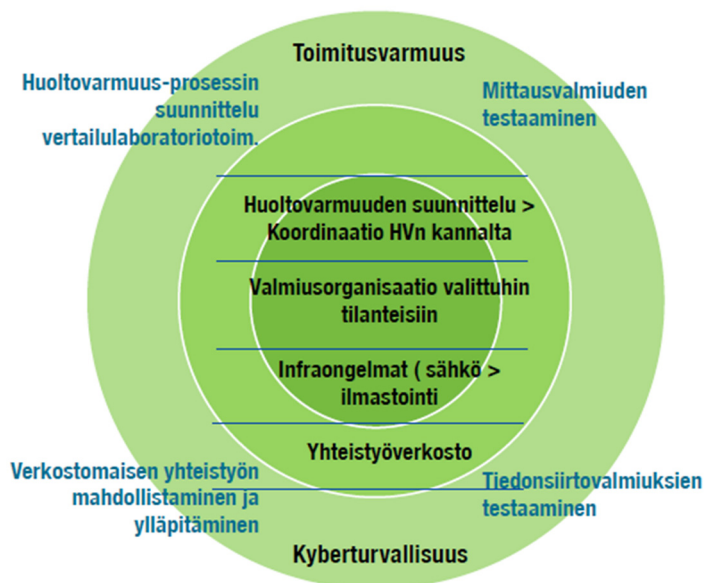


Ryhmä päätyi seuraavaan toivottuun ja mahdollisena pidettyyn tulevaisuuskuvaan ja skenaarioon: Ydinkehän tärkein asia on tarve. Toimijoita ovat: lainsäätäjät, tutkimusyhteisö, kansalaiset, yritykset (laitevalmistajat), vertailulaboratorio. Visiona on (esimerkkinä sisäilma): **Hallitseminen vuonna 2030 asuntojen sisäilmaongelmat** - ymmärretään toksinivaikutukset, luotettavat mittausmenetelmät, kansallinen sisäilman vertailulaboratorio. Yleinen visio: **Yhteistyöllä luotettavia mittauksia.**



Mallinnos. M&MC / Ossi Luoma
Copyright 2018

Miten varaudutaan ympäristömittausvalmiuksien säilymiseen kriisitilanteiden varalle, mikä on vertailulaboratorioiden rooli siinä vuonna 2030?: Annettu nykytila ja tulevaisuuden tila -vaihtoehdot: Huoltovarmuus ympäristömittauksissa vuonna 2030 tulevaisuuden ulottuvuudet ovat välitön valmius-nostettavissa oleva valmius sekä kansallinen-kansainvälinen mittausten tekeminen. Nykyinen tilanne asemoitiin kansallinen-välitön valmius tilaan.



Mallinnos. M&MC / Ossi Luoma
Copyright 2018

Ryhmä päätyi seuraavaan toivottuun ja mahdollisena pidettyyn tulevaisuuskuvaan ja skenaarioon: Ydinkehän asiat, tärkeät pääteemat ovat: huoltovarmuuden suunnittelu ja koordinaatio huoltovarmuuden kannalta, valmiusorganisaatio valittuihin tilanteisiin, infraongelmat (sähkö, ilmastointi), yhteistyöverkosto. Toimijoina ovat vertailulaboratorioiden asiantuntijat, tukipalvelut (kiinteistönhuolto, ICT...), johto, Huoltovarmuuskeskus, laboratorioiden verkosto. Visio: Vertailulaboratorioiden yhteistyöverkosto on suunniteltu ja toteutettu siten, että se on luontainen osa laboratorion toimintaa ja virkamiehet ovat ylpeitä ja onnellisia. Keskeinen osa huoltovarmuutta. Ensi

torion toimintaa ja virkamiehet ovat ylpeitä ja onnellisia. Keskeinen osa huoltovarmuutta. Ensi

askel Suomessa ja sitten maailmalle (EU jne.). Onnellisuus ja ylpeys työssä tekevät laboratoriotyöstä niin houkuttelevaa, että todelliset asiantuntijat haluavat töihin. Jatkotoimenpiteenä verkoston rakentaminen ja vahvistaminen (esim. KELO-verkosto).

Tulevaisuusverstaassa käytettyjä käsitteitä

Radikaalit teknologiat. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan raportissa (2018) Risto Linturi ja Osmo Kuusi kuvasivat 100 radikaalia teknologiaa tai teknologiakoria, jotka vaikuttavat (suomalaiseen) yhteiskuntaan vuoteen 2037 mennessä. Perusteena raportin arvioinnissa oli muun muassa näiden vaikutus 20 määriteltyyn arvonluontiverkostoon sekä teknologioiden arvioitu kypsyysaste. Näistä tutkimuksen Delfoi-paneelia pyydettiin nostamaan 10 tärkeintä, jotka vaikuttavat vertailulaboratoriotoimintaan vuoteen 2030 mennessä. Yksi työryhmä pohti näiden teknologioiden sijoittumista Boston Consulting Groupin tuoteportfolioanalyysin mukaisesti, jolloin analyysistä voidaan johtaa toimenpidesuosituksia.

Tulevaisuuspyörä. Tulevaisuuspyörä on ideoinnin ja ideariihen apuväline. Ideana on aluksi listata primääriset⁶. Lopulta listastaan tertiäriset muuttujat, jotka kytkeytyvät sekundäärisiin muuttujiin. Ajatuksena on vaikutusketjujen hahmottaminen ja määrittely. Kun vaikutusketjut on tunnistettu, voidaan strategiakin muotoilla järkevästi. (Kaivo-oja, 2018; Snyder 1993, Glenn 2009)

Tulevaisuustaulukko. Tulevaisuustaulukossa keskeistä on listata muuttujia, joiden tilaa halutaan arvioida tulevaisuudessa. Muuttujat listataan usein riveille. Sarakkeisiin listataan jollakin perusteella eri tulevaisuuden tiloja. Tämän jälkeen voidaan kirjoittaa auki erilaisia skenaariotilastoja siten, että sarakkeiden tulevaisuustiloista rakennetaan tulevaisuuden tila ja kirjoitetaan auki tiloihin johtavat tapahtumat. Tässä tulevaisuusverstaassa muuttujiksi valittiin ACTVOD-muuttujat ja tulevaisuustilaksi haluttu ja toivottu sekä mahdollisena pidetty asiantila kunkin ryhmän teemassa. (Vaihtoehtona olisi ollut, että ryhmä olisi ensin kirjoittanut ACTVOD tulevaisuustaulukkoanalyysin kaikista annetuista neljästä tulevaisuuden mahdollisesta tilasta.) ACTVOD-menetelmä on kuvattu tarkemmin muun muassa Ville Lauttamäen tieteellisessä artikkelissa Foresight-journaalissa (ks. Lauttamäki 2016).

Boston Consulting Groupin tuoteportfolioanalyysi. Tämä menetelmä analysoi yrityksen, organisaation, toimialan, alueen tms. tuotteita huomioiden tuotteiden elinkaaren. Keskeinen oletamus on, että tarvitaan eri elinkaaren vaiheissa olevia tuotteita, jotta organisaation tms. kassavirta ja rahoitus on turvattu. Organisaatio tarvitsee kassavirran lähteitä ja sen pitäisi tulevaisuuden turvatakseen myös harkiten ja pitkäjänteisesti kehittää auringon nousun aloista tähti-vaiheen kautta uusia kassa-virran lähteitä.

SWOT-analyysi. Työryhmille annettiin taustamateriaaliksi Delfoi-paneelin tuottama SWOT-analyysi. Vertailulaboratoriotoiminnan SWOT-analyysi oli tuotettu kaksivaiheisesti niin, että ensimmäisellä kierroksella tekijät oli ideoitu, toisella kierroksella arvoitettu. SWOT-analyysissä kartoitetaan toiminnan vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhkat. SWOT-analyysistä voidaan myös johtaa suoraan erilaisia strategioita. SWOT-analyysissä arvioidaan vahvuuksia (S), heikkouksia (W), mahdollisuuksia (O) ja uhkia (T).

⁶ Snyder, D.P. (1993) Monograph: The Futures Wheel: A Strategic Thinking Exercise, The Snyder Family Enterprise, Bethesda, Maryland.
Glenn, J.C. (2009) Futures Wheel, Futures Research Methodology Version 3.0, The Millennium Project, Washington, D.C.



VALTIONEUVOSTON
SELVITYS- JA TUTKIMUSTOIMINTA

tietokayttoon.fi

ISBN 978-952-287-612-6
ISSN 2342-6799